

München 195

**Neuere Gesichtspunkte in der
chirurgischen Behandlung der
Beugesehnenverletzungen
an der Hand**

Ulli Parhofer, geb. Covi



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555221_0093

**Neuere Gesichtspunkte in der
chirurgischen Behandlung der
Beugeschnittenverletzungen an der Hand**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ulli Parhofer, geb. Covi
aus Meran

München 1959

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:

Professor Dr. E. K. FREY

Dekan:

Professor Dr. H. SCHWIEGK

Tag der mündlichen Prüfung: 1.12.59

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Historisches	5
II. Anatomie der Hohlhand und Finger	6
III. Anatomie und Regeneration der Sehne	9
IV. Behandlung von Sehnenverletzungen und Durchtrennungen	13
1.) Indikation zur Sehnennaht	14
2.) Primärnaht oder Spätnaht	15
3.) Untersuchung der Sehnenverletzung	18
4.) Operationstechnik	19
a) Anästhesie	19
b) Blutleere	20
c) Hautreinigung	21
d) Schnittführung	21
e) Aufsuchen der Sehnenstümpfe	22
f) Nahtmaterial	23
5.) Nahtmethoden	24
a) End- zu Endverbindungen	24
b) Reinsertion	29
c) Tenodese	29
d) Sehnentransplantation	30
e) Sehnenverpflanzung	35
6.) Versorgung der Sehnenscheide nach einer Sehnenverletzung	36
7.) Massnahmen zur Verhütung und Beseitigung von Verwachsungen	37
8.) Tenolysis	39
9.) Nachbehandlung	40
a) Ruhigstellung	40
b) Mobilisation	40
V. Zusammenfassung und Beurteilung	41



I. HISTORISCHES

Schon sehr frühzeitig wurde versucht, die Funktion einer durchtrennten Sehne wieder herzustellen. So sollen AVICENNA (980-1037), von SALICETO (1280), LANFRANCUS (1306) und GUY von CHAULIAC (1368) bereits Sehnennähte durchgeführt haben. Über die Ergebnisse ist nichts bekannt, sie können nach den heutigen Erkenntnissen nur schlecht gewesen sein. Auch Felix WIRTZ 1514-1596 hat die Sehnennaht empfohlen, dagegen erkannte Ambroise PARÉ, der grosse Chirurg des 16. Jahrhunderts, die Nutzlosigkeit der damaligen Bestrebungen und lehnte die Sehnennaht ab. Aber bereits Lorenz HEISTER (1683-1785) beschäftigte sich wieder mit dem Problem und hinterliess eine genaue Beschreibung der von ihm vorgeschlagenen Sehnennahttechnik. Einen praktischen Erfolg konnte er jedoch nicht erzielen. Der Franzose PÉTIT scheint 1806 die erste sekundäre Sehnennaht durchgeführt zu haben. Ihm folgten DUTÉRTRE und ROUX, SYRNE und SÉDILOT, damals anerkannte Meister der Chirurgie. Heute wissen wir, dass ihre ganze Arbeit in der voraseptischen Zeit zum Scheitern verurteilt sein musste, da Sehnen gegenüber Infektionen besonders empfindlich sind. Es ist daher verständlich, dass der grosse Umschwung in der Sehnenchirurgie mit der Einführung der antiseptischen Operationsmethoden zusammenfällt. Musste man vor dieser Zeit fast immer mit partiellen oder totalen Ausstossungen der Sehne rechnen (Sehnenwurm), so konnte man jetzt in einem höheren Prozentsatz primäre Heilungen und damit auch Nahterfolge erzielen. Ein systematischer Ausbau der Sehnenchirurgie war aber erst mit der Einführung der Asepsis möglich. Im Jahre 1876 empfahl KÜSTER auf dem ersten Chirurgen-Kongress die Sehnennaht. Und nun begann eine rasche Entwicklung, die sich nicht auf die Naht verletzter Sehnen beschränkte, sondern auch die Verkürzung und Verlängerung von Sehnen, den Sehnenersatz und die Sehnenverpflanzung betraf. Zahlreiche Nahttechniken wurden ausgearbeitet. Die Anatomie, die Physiologie und Pathophysiologie des Sehnenmuskelapparates wurden erforscht, um Einblick in die Sehnenregeneration und Heilung zu gewinnen.

Der besonderen Empfindlichkeit des Sehnengewebes wurde durch die atraumatische Operationstechnik Rechnung getragen; die Infektionsgefahr frischer Handverletzungen konnte durch den antibiotischen Schutz stark gemindert werden. Einen völlig neuen Weg zeigte BUNNELL in den letzten Jahren. Er benützt rostfreien Stahldraht, den er nach fester Verheilung der Sehnenstümpfe mittels seiner "pull out wire technic" wieder entfernt. Diese Tech-

nik hat sicherlich viele Vorteile, aber sie benötigt grosse Erfahrung und Übung, sodass viele Chirurgen die Drahtnaht wegen ihrer angeblichen Kompliziertheit ablehnen.

II. ANATOMIE DER HOHLHAND UND FINGER

Die Haut der Hohlhand ist mit der sehnigen Aponeurosis palmaris innig verbunden; sie besitzt nur eine geringe Verschieblichkeit und lässt sich nicht wie am Vorderarm leicht von der Unterlage abheben. Die Palmaraponeurose kommt von der Faszia antebrachii und gewinnt bei ihrem Übergang auf die vola manus Insertionen an den Carpalknochen. Von diesen erhält sie Verstärkungen durch querverlaufende, sehnige Fasernzüge und bildet das Ligamentum carpi transversum, unter welchem die Sehnen der gemeinsamen Beuger, sowie Nerven und Gefässe zur vola manus ziehen. Eine wesentliche Verstärkung kommt durch die fächerförmige Ausbreitung der Sehne des M. palmaris longus hinzu; auf dem Thenar und dem Hypothenar ist die Faszie als Muskelfaszie ausgebildet, indem ihr hier der sehnige Charakter fehlt.

Die subfasziale Partie der vola manus wird durch Fasziensepten in drei Logen zerlegt. Man unterscheidet eine mittlere Loge als direkte Fortsetzung der Logen der Mm. flexores digitorum sublimis und profundi des Vorderarmes von seitlichen, die Thenar- und die Hypothenarmuskulatur enthaltenden Logen. Die beiden Letzteren beschränken sich auf die Carpal- und Metacarpalgegend, während sich die mittlere Faszienloge mit den Sehnen der Beuger auf die Volarseite der Finger weiter erstreckt.

Am dreigliedrigen Finger hat jedes Glied seinen bevorzugten Beugemuskel. Die Beugung des Endgelenkes erfolgt durch den M. flexor profundus. Dieser gehört der tiefen Muskelschicht am Vorderarm an. Hier sind die tiefen Beuger für die dreigliedrigen Finger noch kaum unterteilt. Am ehesten ist noch die Sehne des Zeigefingers abgesondert. Im Karpalkanal liegen die Sehnen in der Reihenfolge der sie versorgenden Finger als tiefste Schicht nebeneinander; auch sind sie hier oft noch gemeinsam. In der Hohlhand ziehen sie durch die mittlere Faszienloge und an den Fingern in engen osteofibrösen Kanälen bis zum Endglied. Im Bereich des Fingergrundgliedes treten die tiefen Beugesehnen zwischen den beiden Schenkeln des flexor superficialis durch. In der Hohlhand entspringen von der Radialseite der tiefen Beugesehnen die Mm. lumbricales, so dass bei einer Durchtrennung der tiefen Beugesehnen peripher davon die proximalen Sehnenstümpfe an einem

weiteren Zurückschlüpfen gehindert werden.

Die Beugung des Mittelgelenkes erfolgt vor allem durch den *M. flexor superficialis*, der am Vorderarm die oberflächliche Muskelschicht bildet. Die Sehnen liegen im Bereich des Karpalkanals übereinander, radial die Sehne des 3. Fingers über der Sehne des 2. Fingers und ulnar daneben die des 4. Fingers über der des 5. Fingers. Auch die Sehnen der oberflächlichen Beuger ziehen durch die mittlere Faszienloge der Hohlhand. Am Fingergrundglied spaltet sich jede Sehne in zwei Zipfel, zwischen denen die tiefe Beugesehne durchtritt und setzt an der proximalen Hälfte des Mittellgledes an. Die oberflächliche Beugesehne steht in Verbindung mit der Gelenkapsel des Mittelgelenks, dadurch wird ein Zurückschlüpfen der Sehne bei Durchtrennung in dieser Höhe verhindert.

Die Beugung des Grundgelenks erfolgt ausser durch die oberflächlichen und die tiefen Beuger, deren Sehnen über das Gelenk hinwegführen, vor allem durch die *Mm. interossei* und *lumbricales*. Ihre Sehnen ziehen volar der queren Grundgelenksachse und dorsal der *Ligamenta capitulorum transversa* nach peripher zur Streckaponeurose und vereinigen sich zu beiden Seiten des Grundgliedcs zu einer dreieckigen Sehnenplatte, die mit queren Faserzügen auch das Grundglied umgreift, wodurch die Beugewirkung dieser Muskulatur auf das Grundglied besonders betont wird. Die *Mm. lumbricales* stellen gleichsam eine Verbindung zwischen den beiden Muskelsystemen der langen Fingerbeuger und langen Fingerstrecker dar, und sind von besonderer Wichtigkeit für die Stabilität der Fingergrundgelenke. Ihre Bedeutung liegt aber auch darin, dass sie unabhängig von der Stellung des Handgelenkes auf die Finger einwirken können, während die langen Beuger, da sie vom Vorderarm kommen, weitgehend von der Stellung des Handgelenkes abhängig sind und bei Beugung des Handgelenkes an Kraft einbüssen.

Am Daumen erfolgt die Beugung des Endgelenkes durch den *M. flexor pollicis longus*. Der Muskel entspringt am Unterarm, er ist von den Beugern der übrigen Finger vollkommen getrennt; seine Sehne reicht weit nach proximal, so dass sie auch proximal des Handgelenkes leicht z-förmig verlängert werden kann. Im Bereich des Karpalkanals kreuzt die Sehne den *N. medianus*. Nach Verlassen des Karpalkanals verläuft sie durch eine Rinne, die von den beiden Köpfen des *M. flexor pollicis brevis* gebildet wird und zieht über das Grundgelenk zum Endglied.

Das Grundgelenk des Daumens wird ausser durch die lange Beugesehne durch die kurzen Daumenmuskeln, den *M. flexor pollicis brevis*, den

M. adductor pollicis, sowie den *M. abductor pollicis brevis* gebeugt.

Die Sehnenscheiden, welche die Sehnen des Beugers in der Hohlhand umgeben, bilden gewöhnlich einen ulnaren und einen radialen Sack. Der Erstere schliesst die Sehnen der gemeinsamen Beuger ein und erstreckt sich distal längs der zum kleinen Finger gehenden Sehne bis zur zweiten oder dritten Phalange. Der radiale Sack umgibt die Sehne des *M. flexor pollicis longus* und reicht bis zur Insertion der Sehne an der Basis der zweiten Phalange des Daumens. Die beiden Synovialsäcke kommunizieren nicht miteinander, ebensowenig stehen die Synovialsäcke an der Volarseite des 2. - 4. Fingers miteinander in Zusammenhang; diese Tatsache erklärt die leichtere Verbreitung von Entzündungen, indem denselben im ulnaren wie im radialen Sehnensack ein Weg durch den *canalis carpi* bis zum Vorderarm offen ist. Proximalwärts reichen die volaren Synovialscheiden etwa 1 - 2 cm über das *Lig. carpi transversum* in den Bereich des Vorderarmes hinauf.

Die Sehnenscheiden am 2., 3. und 4. Finger reichen proximalwärts bis zu den Köpfchen der Metacarpalknochen, distalwärts bis zur Mitte der Endphalange. Am Fingergrundgelenk ist die Sehnenscheide jedes Fingers durch die *Ligg. annularia*, am Mittelgelenk durch die *Ligg. cruciata* verstärkt. Im Bereich der Finger liegen die Scheiden der Sehne besonders eng an, daher sind die Heilungsbedingungen der Sehnen nach einem Nahtversuch in diesem Bereich der Sehnenscheiden besonders schlecht. Bunnell spricht von der "kritischen Zone" oder dem "Niemandsländ" für die Sehnennaht. Das Niemandsländ erstreckt sich an den dreigliedrigen Fingern von der distalen queren Hohlhandfalte bis zum Mittelgelenk und am Daumen von 1 cm proximal bis 0.5 cm distal der Grundgelenksbeugefalte.

Die Arterien der *vola manus* kommen teils aus der *A. ulnaris*, teils aus der *A. radialis*; sie bilden durch Anastomosen zwei Gefässbögen, welche als *Arcus volaris superficialis* und *profundus* unterschieden werden. Ersterer liegt oberflächlich zu den Sehnen der langen Beuger; der *Arcus profundus*, von den Flexoren bedeckt, auf den Basen der Metacarpalknochen, sowie auf der *Fascia interossea volaris*. Von beiden ziehen je vier Hauptäste nach peripher zu den Fingern. Hand und Finger sind von einem reichlichen Gefässnetz durchzogen, es bestehen häufig Anastomosen zwischen den Arterien, so dass die Ernährung auch dann gewährleistet ist, wenn einzelne Gefässchen verletzt sind.

Die nervöse Versorgung erfolgt durch den N. medianus und den N. ulnaris. Der N. medianus liegt bei seinem Verlauf im canalis carpi in der durch die beiden grossen Synovialsäcke gebildeten Rinne, unmittelbar unter dem Lig. carpi transversum und zerfällt hier in kleinere Äste für die Thenarmuskulatur und in Hauptäste für die oberflächlichen Beugesehnen und für die tiefen Beugesehnen des 2. und 3. Fingers. Der N. ulnaris liegt beim Übertritt auf die Regio carpalis ulnar vor der A. ulnaris, also oberflächlich zum Lig. carpi transversum, wird hier vom M. palmaris brevis bedeckt und gibt sodann den Ramus profundus für die Hypothenarmuskulatur und die Rami digitorum volares für den kleinen Finger und den Ringfinger ab.

An den Fingern verlaufen Nerven und Gefässe seitlich, sowohl ulnar, wie radial bis zur Endphalange, wo sie besonders reichlich anastomosieren.

III. ANATOMIE UND REGENERATION DER SEHNE

Für die Weiterleitung der Kontraktur eines Muskelbauches dient meist eine Sehne; diese muss deshalb starr und undehnbar sein. Zwischen den sternförmigen eigentlichen Sehnenzellen sind die kollagenen Sehnenfibrillen eingelagert, sie sind in Primärbündel und diese wieder in Sekundärbündel zusammengefasst. Die Struktur gleicht der Kabelanordnung in einem Nerven. Zwischen den einzelnen Sehnenbündeln liegt Bindegewebe, das Peritenon internum, welches die Tertiär und Sekundärbündel in dickeren, die Primärbündel jedoch in dünneren Schichten umfasst. DAUMANN hat in tierexperimentellen Studien beobachtet, dass an Sehnen von schwachen Muskeln dieser Bindegewebsanteil gross, bei Sehnen, die einem starken Muskelbauch zugehören und für grosse Belastungen gedacht sind, aber verhältnismässig gering ist. Die Grösse der Belastungsfähigkeit einer Sehne hängt also von den Sehnenfibrillen ab. Die Sehnenfibrillen sind die direkte Fortsetzung der Muskelfasern. SCHULZE und LOGINOW haben nachgewiesen, dass jede Muskelfaser in eine Sehnenfibrille übergeht und nicht, wie früher angenommen wurde, nur eine Berührung bestünde. Es enthält also jede Sehne so viele Gewebeeinheiten, wie der dazugehörige Muskelbauch, eine wichtige Feststellung, da das Durchmesserverhältnis zwischen Sehne und Muskel durchschnittlich 1:30 beträgt.

Für die Funktion des Sehnenmuskelapparates ist eine einwandfreie Gleitfähigkeit Voraussetzung; es muss deshalb genügend Gewebe vorhanden sein, welches den Bewegungen der Sehne folgt. Sehnen ohne Scheiden, die meist zusammen mit Muskeln, Gefässen und Nerven in einer Loge verlaufen, werden

von einem lockeren, fettreichen, elastische Fasern enthaltenden Bindegewebe, Peritenon externum, umgeben, welches in das Peritenon internum übergeht. Das Peritenon externum hat neben der Gleitfunktion auch für die Sehnenregeneration grösste Bedeutung.

An Knochenvorsprüngen, bei oberflächlichem Sitz und bei Richtungsänderungen der Sehne besteht die Gefahr einer mechanischen Reizung. An diesen Stellen ist deshalb eine Sehnenscheide ausgebildet. Die Sehnenscheide stellt einen Hohlraum dar, der die Sehne röhrenförmig umgibt und sowohl proximal wie distal exakt abgeschlossen ist. Nur an einer Stelle tritt das Peritenon externum als Mesotenon mit Gefässen und Nerven an die Sehne heran, und zwar an der gegen Druck und Reibung geschützten knochennahen Seite. Durch die kompressible synoviale Flüssigkeit, die die Sehnenscheide füllt, erhält die Sehne einen polsterartigen Schutz, der Druck und Reibung abhalten oder mindern kann. Die Innenwand der Scheide ist von einem Deckepithel ausgekleidet, während nach aussen lockeres, sehr gefässreiches Bindegewebe sich anschliesst. Am Eintritt der Sehne in die Scheide, der sogenannten Scheidenpforte, werden zwei Typen unterschieden: legt sich an der Scheidenkuppe das lockere Bindegewebe als einfacher Bogen auf die Sehne, so spricht man von einer Plica simplex; bei der Plica duplicata bildet das Bindegewebe, bevor es die Sehne erreicht, noch eine Umschlagfalte. HARTMANN hat diese Duplikaturen schon 1856 makroskopisch erkannt und als Plica semilunaris beschrieben.

Die Synovialflüssigkeit in der Sehnenscheide wird durch die Synovialmembran gebildet, es ist noch ungeklärt, ob diese aus echtem Endothel oder aus Bindegewebe besteht.

Das Gleiten der Sehne in der Sehnenscheide wird durch ein elastisches Ein- und Ausstülpen der Umschlagfalten der Scheide, infolge der durch die Bewegung der Synovialflüssigkeit entstehenden Sog- und Druckerscheinungen, ermöglicht. Dies wiederum ist nur durch ein Mitgehen des umgebenden Bindegewebes möglich.

Viel Arbeit wurde der Erforschung der Durchblutung der Sehne gewidmet, ist diese doch für die Regeneration so ausserordentlich wichtig. Die Untersuchungen zeigten eine gute Versorgung der kindlichen und jugendlichen Sehnen durch zahlreiche arterielle Gefässe. Beim Erwachsenen jenseits des 25. Lebensjahres nimmt die Durchblutung rasch ab, so dass die Meinung geäussert wurde, die Ernährung werde auf dem Lymphwege gesichert.

Die Hauptgefässeversorgung stammt aus dem die Sehne umgebenden Binde- und Fettgewebe und nicht vom Muskel-Sehnenübergang. Die Sehne ist von einem im Peritenon verästelten und anastomosierenden Gefässnetz umschlossen; von welchem Gefässe ins Innere der Sehne zum Endotenon verlaufen. Vermehrt treten diese Gefässe an der reibungsgeschützten Stelle der Sehnen ein. Bei Sehnen mit einer eigenen Sehnenscheide liegen die Nerven und die Gefässe in der Bindegewebsduplikatur, dem Mesotenon, innerhalb der Sehnenscheide. Die Breite des elastischen Mesotenons entspricht gewöhnlich dem Bewegungsausmass der betreffenden Sehne. An den proximalen Interphalangealgelenken liegt an jeder Seite der Sublissesehne Mesotenon, welches von einem dicken zentral gelegenen zylindrischen Mesotenon stammt. An der Teilungsstelle der Sublissesehne wird ein langes, zylindrisches Mesotenon zur Versorgung der Profundusehne abgegeben. Häufig zieht von hier auch Mesotenon an das mittlere und proximale Fingersegment. Die Sehne des *M. flexor pollicis longus* hat ein grosses zylindrisches Mesotenon, etwa 2,5 cm lang, oberhalb des Retinaculum und ein grosses doppeltes Mesotenon am Interphalangealgelenk. Vor der Ansatzstelle der Beugesehnen ist das Mesotenon halbmondförmig verdickt; hier liegen zahlreiche Gefässe. Es ist möglich, dass diese teilweise auch vom Periost und Knochen stammen.

Die sehnenscheidenführende Sehne ist wesentlich schlechter durchblutet als die scheidenlose. Kommt es nach einem Trauma innerhalb der Sehnenscheide zu einer Drucksteigerung der Synovialflüssigkeit, so werden die Gefässe komprimiert und die Blutversorgung verschlechtert sich.

In der praktischen Chirurgie spielt die Sehnenregeneration eine entscheidende Rolle. Es war lange ungeklärt, warum sehnenscheidenlose Sehnen wesentlich besser heilten als sehnenscheidenführende. Bier machte hemmende hormonale Einflüsse von Seite der Synovialflüssigkeit verantwortlich. Andere Autoren sahen die Ursache in den anatomischen und biologischen Besonderheiten der Sehne innerhalb der Sehnenscheide.

Die Beobachtung, dass durchtrennte Sehnenenden gelatinös aufquellen, führte früher zu der Ansicht, dass die Heilung von der Sehne selbst ausgehe. Man hat die besonders ausgeprägte Tendenz der Sehne betont, nach einer Verletzung auszusplassen und sich in der Umgebung zu fixieren. Nach SKOAG besteht diese Tendenz jedoch nicht bei sehnenscheidenführenden Sehnen, hier runden sich die getrennten Enden ohne Aussprossungen ab.

Die Tatsache, dass hochdifferenzierte Zellen nur langsam und in geringem Masse, zuweilen überhaupt nicht an reparativen Prozessen beteiligt sind,

liessen es unwahrscheinlich erscheinen, dass die besonders hochdifferenzier-ten Sehnenzellen einer schnellen Metaplasie und mächtigen proliferativen Tendenz fähig sein sollten.

Experimentelle Arbeiten von M. LANGE, ISELIN und LAUFAURY ergaben nun, dass sich das Bindegewebe in der Umgebung einer Sehnenläsion oder einer Sehnennahtstelle einschliesslich des Paratenon und des spärlichen Peritenon über das mehr oder weniger nekrobiotische Sehnengewebe legt. Um dieses wird die gleiche fixierende Narbe gebildet, wie um einen Fremdkörper oder ein anderes in seiner Vitalität geschädigtes Gewebe. Das spezifische Sehnengewebe selbst dürfte nur in ganz geringem Masse an der Sehnenkallusbildung beteiligt sein. So konnte die Heilung genähter Sehnenenden verhindert werden, wenn die Nahtstelle von einem Pergament oder von einer undurchlässigen Membran eingescheldet wurde.

Im Verlauf der Sehnenwundheilung können mehrere Heilungsstadien beobachtet werden:

In der ersten Woche bildet sich eine fibroblastische Brücke, sie ist sehr zer-reisslich. Sehnenzellen sind nicht beteiligt. In der zweiten Woche kommt es in stärkerem Masse zur Proliferation des Bindegewebes; dieses überbrückt den Spalt. Sehnenzellen wandern etwa vom 10. Tage ab ein.

In der dritten Woche findet man schon kollagene Fasern, Schwellung und Hyperämie beginnen abzuklingen.

In der vierten Woche kommt es zur Lösung der Verletzung, bzw. der Naht-stelle aus der Umgebung.

Bei scheidenlosen Sehnen liegt der Sehnenoberfläche direkt unspezifisches Bindegewebe, das zur Bildung des Sehnenkallus dient, an. Hingegen muss sich nach einer Verletzung einer umscheideten Sehne erst das Epitenon verdicken und unspezifisches Bindegewebe produzieren, welches sich über den Wundspalt legen kann, oder der Scheidenspaltraum muss veröden, damit sich das Paratenon an der Kallusbildung beteiligen kann. Auch die an einer Sehne regelmässig zu beobachtende starke posttraumatische Schwellung, die durch ein operatives Trauma noch verstärkt wird, stellt ein Hindernis für eine Naht innerhalb eines Sehnenkanals dar. Der starre osteofibröse Mantel gibt nicht nach, so kommt es zu ischämischen Ernährungsstörungen, denen die vollständige Nekrose und Vernarbung der Sehne folgen kann. Es entsteht dann gewöhnlich eine Beugekontraktur des Fingers, die jeden späteren Eingriff zur Wiederherstellung der Sehnenfunktion schwierig oder sogar unmöglich macht. Ebenfalls führt die posttraumatische Entzündung im Sehnenbereich zu mehr oder

weniger starken Verklebungen ihrer Oberfläche mit dem Gleitlager ihrer Umgebung. Während derartige, nach Verletzungen fast unausbleibliche Verluste des Gleitvermögens der Sehne ausserhalb des Sehnenkanals damit ausgeglichen werden, dass das lockere paratendinöse Bindegewebe an den Verschiebungen der Sehne teilnimmt, ist der starre am Knochen fixierte Sehnenkanal nicht imstande, Bewegungen der Sehne aufzunehmen. Verklebungen im Sehnenkanal führen daher schnell zu völligem Funktionsverlust der Sehne.

Nach all diesen Erkenntnissen ist das Misslingen beinahe jeder Sehnennaht innerhalb der Sehnenscheide, sowohl der primär als auch der sekundär durchgeführten nicht verwunderlich. Zu einem regelmässigen Erfolg in diesem Gebiet wird man erst kommen, wenn man jegliche Naht im Niemandsland aufgibt und stattdessen nach Entfernung der distalen Sehnenstümpfe und Kürzung der zentralen bis in die Hohlhand ein freies Sehnentransplantat in den Kanal einzieht, das zentral an dem gekürzten Sehnenstumpf der tiefen Beugesehne angeschlossen und peripher am Endglied befestigt wird.

IV. BEHANDLUNG VON SEHNENVERLETZUNGEN UND DURCHTRENNUNGEN

Traumatische Sehnenverletzungen können ebenso wie Frakturen, geschlossen oder offen entstehen. Geschlossene Sehnendurchtrennungen werden meist Rupturen genannt; im Hand- und Fingerbereich sind sie nicht häufig. Sie können entstehen, wenn

- 1.) eine stumpfe Gewalt eine oberflächliche, gespannte Sehne trifft;
- 2.) sich ein Muskel maximal gegen ein unüberwindliches Hindernis kontrahiert;
- 3.) ein Gliedabschnitt passiv bewegt wird, während der Antagonist dieser Bewegung kontrahiert bleibt. Jedoch rupturieren meist nur krankhafte Sehnen. Ganz besonders gilt dies für die Spontanrupturen, bei denen es zur Zerreissung der Sehne kommt ohne Einwirkung einer besonderen Gewalt. Hierher gehören auch die sogenannten Spätrupturen, die nach Frakturen gesehen werden, wenn durch verlagerte Fragmente eine traumatische Schädigung der Sehne gesetzt wird, die unter Umständen zu einer aseptischen, circumskripten Sehnennekrose führen kann. Diese posttraumatischen Rupturen können auch dadurch entstehen, dass durch ein mittleres Trauma ein Einriss der Sehne ohne wesentlichen funktionellen Ausfall stattfindet und bei einer zweiten, oft geringfügigen Einwirkung die Ruptur vollständig wird. Man muss also bei jeder vorliegenden Sehnenruptur anamnestisch danach forschen, ob degenerative

Veränderungen des Sehnengewebes angenommen werden müssen. Dies ist besonders für die Therapie wichtig, da bei degenerativen Veränderungen die operative Behandlung häufig Misserfolge zeigt. Eine völlige Wiederherstellung der Funktion ist nur durch eine operative Wiedervereinigung der Sehnenstümpfe zu erhoffen. Die direkte Naht, mit der SCHÖNBAUER sehr gute Erfolge erzielen konnte, ist nicht immer möglich; manchmal ist die Einsetzung von Schaltstücken erforderlich, da sich stark ausgefranste Sehnenenden nicht immer für eine direkte Naht eignen.

Grössere praktische Bedeutung kommt den offenen Sehnenverletzungen zu; sie können auf die mannigfaltigste Art entstehen. Stich-, Schnitt-, Riss-, Quetsch- und Bisswunden sind wohl die häufigste Ursache. Daraus geht schon hervor, dass wir es mit Wunden zu tun haben, die glatt, aber auch zerfetzt und buchtig sein können. Das Ausmass der bakteriellen Verunreinigung wird davon abhängen, ob es sich um eine landwirtschaftliche oder industrielle Verletzung oder um einen Verkehrsunfall handelt. Dies ist für die Therapie und den Heilerfolg von Wichtigkeit.

1.) INDIKATION ZUR SEHNENNAHT

Da die von den Schnittflächen der Sehne ausgehenden Regenerationsvorgänge zur Überbrückung der Dehesenz häufig unzureichend sind, oder aber durch das narbige Regenerat die Sehne zu lange und dadurch funktionsuntüchtig wird, ist zur Wiederherstellung einer gebrauchsfähigen Sehne die Naht notwendig. Trotz der jetzt zur Verfügung stehenden Antibiotika wird auch heute noch die Infektion als schwerste Komplikation bei einer Sehnenverletzung gefürchtet. Die Verhütung einer Infektion ist also wichtiger als die sofortige Wiederherstellung der Sehnenkontinuität und ist bei der Indikationsstellung zur Sehnennaht von ausschlaggebender Bedeutung.

Durch die Traumatisierung des Gewebes bei der Naht, durch die Versenkung von Fremdkörpern (Nahtmaterial), durch die Umstechung von Fasernbündeln, die dadurch nekrotisch werden können, wird mancher Infektion, die ohne Naht nicht eingetreten wäre, erst das Angehen ermöglicht. Deshalb ist bei Sehnendurchtrennungen, die keinen Funktionsausfall mit sich ziehen, z.B. beim *M. palmaris longus*, jeder Nahtversuch zu unterlassen. Ebenfalls soll eine Naht bei einer nur teilweise durchtrennten Sehne unterbleiben. Die Sehne soll bei der Wundausscheidung vorsichtig durch Abtragen der meist ausgefransten und aufgerollten Sehnenfasern geglättet werden, um Verwach-

sungen mit der Umgebung oder schmerzhaften Gleitstörungen vorzubeugen. Hernach ist die Verabreichung von Antibiotika und die Ruhigstellung der Hand zur Vermeidung der Wundinfektion notwendig. Bei Sehnenquetschungen, die bei der Erstuntersuchung noch gute Funktion zeigen, kommt es nicht selten zu späteren Verwachsungen. Trotzdem wird man sie primär konservativ behandeln, um sie dann gegebenenfalls später operativ aus den Verwachsungen zu lösen. Auch bei geringem Funktionsausfall und zweifelhaften Erfolgsaussichten soll die Naht nicht durchgeführt werden. Dies trifft z.B. bei der Durchtrennung des oberflächlichen Fingerbeugers in Finger- oder Handhöhe zu; das Mittelgelenk kann noch aktiv gebeugt werden, wenn auch die Beugung mit verminderter Kraft erfolgt. Bei der alleinigen Durchtrennung des tiefen Beugers ist zwar der Funktionsausfall etwas grösser, aber doch nicht so gross, dass er das Risiko einer Naht in jedem Falle rechtfertigen würde. Eine misslungene, d.h. unverschiebliche Naht ist schlechter als keine Naht; die Fingerbeuger sind nämlich mehr schwänzige Muskeln, wird einer von ihnen fixiert, dann leidet auch die Funktion der anderen.

2.) PRIMÄRNAHT ODER SPÄTNAHT

Weiterhin erfordert die Frage, ob eine Primärnaht oder später nach Abheilen der Wunde eine Spätnaht durchgeführt werden soll, in jedem einzelnen Fall eine gründliche Überlegung. Jede ausgedehnte Wunde, die mit einer starken Quetschung des Gewebes einhergeht, ist abgesehen von der drohenden Infektionsgefahr für eine primäre Sehnennaht auch deshalb nicht geeignet, weil derartige Verletzungen immer eine starke Vernarbung des Gleitgewebes hinterlassen. Viel zweckmässiger ist es, unter günstigeren Bedingungen die Sehnennaht später durchzuführen. Auch ein gleichzeitiger Knochenbruch verbietet im allgemeinen die primäre Sehnennaht, da ein Knochenbruch eine Ruhigstellung von 4 - 5 Wochen erfordert; diese lange Ruhigstellung aber ist für eine genähte Sehne ungünstig und führt zu Verwachsungen mit der Umgebung. Nur nach glatten, einigermaßen sauberen Verletzungen, die eine Primärheilung mit aller Wahrscheinlichkeit und nur eine geringe Vernarbung in der Tiefe erwarten lassen, ist die Durchführung einer primären Sehnennaht erlaubt. Häufig sind gleichzeitig Sehnen und Nerven durchtrennt. Manchmal wird bei Durchtrennung beider Beugesehnen und beider volarer Fingernerven und Gefässe die Absetzung des Fingers notwendig sein, vor allem wenn ausgedehnte Quetschwunden oder sogar Knochenbrüche vorliegen. Besondere

Zurückhaltung erfordert natürlich die Entscheidung zur Absetzung des Dauerns. Bei schwierigen Verhältnissen wird man in erster Linie auf die primäre Versorgung eines durchtrennten Nerven bedacht sein und die Sehnennaht später durchführen; denn am trophisch gestörten Finger ist immer mit einer schlechten Heilung zu rechnen, ausserdem ist ein Finger ohne Sensibilität in den meisten Fällen wertlos oder sogar störend. Bei besonders infektionsgefährdeten Berufen, wie bei Fleischhauern oder Kanalräumern, Gärtnern oder Landarbeitern wird man strengere Masstäbe anlegen müssen. BÖHLER, BUNNELL, CAMPBELL, EHALT, KRÖMER und WITT u. a. verzichten in diesen Fällen auch bei glatten Wunden meist auf eine primäre Sehnennaht. Fröhnähte sind besonders infektionsgefährdet. Nach Untersuchungen von KELLER vereiterten 18% der Fröhnähte, von den Spätnähten keine einzige. Ausserdem verläuft die Infektion nach einem Nahtversuch bösartiger; sie macht nicht nur den Erfolg der Fröhnäht zunichte (nicht weniger als 55% aller Misserfolge der Fröhnäht sind durch Infektionen hervorgerufen), sondern sie verschlechtert auch die Aussicht einer Zweitnäht, erzeugt Sehnennekrosen und progrediente Phlegmonen mit oft irreparablen Störungen.

Von ausschlaggebender Bedeutung, ob eine Primär- oder Sekundärnäht durchgeführt werden soll, ist die Lokalisation der Verletzung. So wird man sich im Bereich des Unterarms, bei der erfahrungsgemäss guten Sehnenheilungstendenz in diesem Gebiet, meist zu einer primären Naht entschliessen, während diese im Bereich des sogenannten Niemandslandes immer zu Misserfolgen führt.

Besonders wird darauf hingewiesen, dass eine Sehnennaht nicht die Arbeit für einen Anfänger ist. Ein Arzt, der nicht über die nötige Ausbildung oder die nötige Einrichtung und Assistenz verfügt, soll sich mit einer guten Wundversorgung begnügen, die Sehnenvereinigung aber einem Spezialisten überlassen. Die Durchführung der Beugesehnennaht während der Sprechstunde in den Praxisräumen wird allgemein abgelehnt.

Bei gegebener Voraussetzung soll grundsätzlich eine Primärnäht angestrebt werden. Die funktionellen Resultate sind nach primärer Vereinigung gewöhnlich besser, als nach sekundärer, da narbige Veränderungen im alten Wundgebiet bei der Spätnäht die Gleitfähigkeit der Sehnen an der Nahtstelle bedrohen. Ausserdem kommt es sehr rasch zum Zurückweichen des proximalen Sehnenendes und zur Schrumpfung des Muskels. Deshalb soll die Spätnäht sobald als möglich, d. h. nach Abheilung der Verletzung, bzw. Abklingen entzündlicher Erscheinungen, vorgenommen werden. Nach Ablauf eines Monats konnte Keller die Sehnenstümpfe meist noch durch direkte Naht ver-

einigen, nach 50 Tagen war aber in einem hohen Prozentsatz schon die Sehnenplastik erforderlich. BRÜCKNER gibt ein Verfahren an, um das Zurückschlüpfen der Sehnen zu verhindern. Der Sehnenstumpf wird mittels eines Supramidfadens mehrfach so angeschlungen, dass er auch bei lang andauerndem Zuge nicht durchschneiden kann. Die beiden Fadenenden werden mit Hilfe einer flachen Nadel von der Wunde aus entlang der distalen Sehnenscheide hochgeführt und etwas oberhalb der Wunde wieder ausgestochen. Unter Zug, der die Sehnenenden aneinander legt, werden die Fadenenden über einem Tupfer geknotet. Die Wunde wird hierauf wie üblich versorgt, zusätzlich wird Penicillin gegeben. Ruhigstellung erfolgt durch einen Gipsverband, in den eine zurechtgebogene Aluminiumschiene eingefügt wird, an dieser werden die beiden Fadenenden unter leichtem Zug befestigt. Nach Abheilen der Wunde, also etwa nach einer Woche, erfolgt die Sehnennaht. Nach der Sehnennaht wird der Zugfaden zur Entlastung der Naht neuerdings über einem Tupfer geknotet. So ist für die Spätnaht nur ein kleiner Hautschnitt nötig. Jedoch scheint das Vorgehen wegen der Infektionsgefahr nicht ganz unbedenklich, da es sofort zum Versenken von Fremdkörpern kommt, was gerade die Spätnaht vermeiden soll. Brückner selbst hat das Verfahren nur an zwei Patienten unter günstigen Bedingungen durchgeführt; er hatte gute Erfolge.

Hat man sich früher strikt an die 6-Stundengrenze gehalten, so ist heute durch die Antibiotika die Möglichkeit gegeben, bei günstigen Wundverhältnissen primäre Sehnennähte auch noch nach 8 oder 10 Stunden vorzunehmen. BÖHLER und FLYNN nähen Sehnen bei glatten Schnittverletzungen sogar bis zu 24 Stunden. So sah Flynn bei 226 binnen 24 Stunden durchgeführten primären Sehnennähten nach sauberen Schnittwunden ausserhalb der Sehnenscheide nur in zwei Fällen entzündliche Reaktionen. Bei 54 Sehnendurchtrennungen in einer Sehnenscheide, die innerhalb der ersten 12 Stunden genäht wurden, erfolgte die Wundheilung komplikationslos. Verschmutzte Schnittwunden, die sauber excidiert werden können, dürfen bis zu 6 Stunden versorgt werden. Nur einige wenige, (vor allem BOSCH, DICK, KOCH und MASON) empfehlen eine primäre Naht selbst bei glatten Wunden nur dann, wenn der Kranke innerhalb von 2 Stunden zur Operation kommt.

3.) UNTERSUCHUNG DER SEHNENVERLETZUNG

Vor Beginn jeder Behandlung muss eine kurze, aber genaue Untersuchung der verletzten Hand durchgeführt werden. Während der Operation ist es oft schwierig, eine Nerven- oder Sehnenverletzung zu diagnostizieren, da durchtrennte Sehnen zurückschlüpfen und im Operationsgebiet nicht zur Darstellung kommen. Die Diagnose fällt dem Anfänger meist nicht leicht, besonders wenn ausgedehnte Verletzungen vorliegen und zwischen Nerven- und Sehnenverletzungen unterschieden werden muss.

Vorerst beurteilt man die Hand- und Fingerhaltung und achtet auf Formabweichungen. Aus diesen können wichtige Rückschlüsse auf Verletzungen der Sehnen, der Nerven und des Skelettes gezogen werden. Es folgt die Aufforderung zur aktiven Bewegung der Fingergelenke und des Handgelenkes. Kann die geforderte Bewegung nicht ausgeführt werden, so gibt es mehrere Möglichkeiten:

- 1./ Die Funktion ist durch eine Sehnen- oder Nervendurchtrennung aufgehoben;
- 2./ die Bewegung wird wegen zu starker Schmerzen nicht ausgeführt; in diesem Falle soll die Untersuchung in Lokalanästhesie durchgeführt werden. Wegen der Gefahr einer Durchblutungsstörung soll Novocain ohne Adrenalinzusatz verwendet werden.
- 3./ Ein Patient will die geforderte Bewegung nicht ausführen, um eine Verletzung vorzutäuschen (Rentenjäger). Hier empfiehlt es sich, einzelne Bewegungen möglichst rasch und an beiden Händen gleichzeitig durchführen zu lassen; dadurch verliert der Patient die Kontrolle über die einzelnen Bewegungen.
- 4./ Die Aufforderung wurde nicht verstanden, deshalb soll grundsätzlich die geforderte Bewegung auch mit der gesunden Hand ausgeführt werden.

Bei Beugesehnenverletzungen an der Hand müssen die einzelnen Fingerglieder getrennt auf ihre Beugefähigkeit untersucht werden, da partielle Beugung auch durch die M. lumbricales, Mm. interossei und am Daumenballen durch die kurze Daumenmuskulatur möglich ist. Bei der Untersuchung eines Gelenkes wird jeweils das proximale Glied fixiert. Es soll schonend und wenn möglich nur einmal untersucht werden, um bei offenen Verletzungen die Verschleppung infektiösen Materials zu vermeiden.

4.) OPERATIONSTECHNIK

Die in der allgemeinen Chirurgie sonst übliche Operations- und Nahttechnik ist für das feine und hochdifferenzierte Gewebe der Hand gewöhnlich zu grob. Neben feinsten Instrumenten wird die atraumatische Technik nach Bunnell verwendet. Die Gleitflächen der Sehnen und die Sehnenscheiden sollen nur mit scharfen einzackigen Durahacken gefasst werden. Sehnenenden dürfen nur dann mit Klemmen oder Pinzetten gehalten werden, wenn diese Stücke vor der Naht entfernt werden. Die Gewebe müssen vor Austrocknung durch öftere Berieselung mit Kochsalzlösung bewahrt werden. Das vorsichtige Tupfen, das manchmal am Ende der Operation nicht vermieden werden kann, muss mit in Ringerlösung angefeuchteten Tupfern geschehen. Trockene Tupfer zerstören die Gleitflächen und rufen Fibrinausfällungen mit nachfolgender Narbenbildung hervor. Die Operationsleuchte darf keine Hitze entwickeln; Hämatome müssen vermieden werden. Drainagen sind unstatthaft; sorgfältige, spannungslose Weichteildeckung der Naht ist notwendig. Die früher häufig benutzte örtliche Applikation von Chemotherapeutika in Pulverform wird heute ganz abgelehnt, seit 1951 beim deutschen Unfallkongress und 1952 bei der Tagung der nordischen Chirurgenvereinigung berichtet wurde, dass die örtliche Applikation von Antibiotika keine besseren Heilungsergebnisse ergibt und dass die fatalen Narbenbildungen und Adhäsionen des Gleitgewebes hierdurch noch begünstigt werden.

Schäden, die in der allgemeinen Chirurgie kaum als Trauma imponieren, führen zu Entzündungsvorgängen und zu Verwachsungen. DICK bemerkt hierzu: "Die Hand ist nun einmal ein Präzisionsinstrument und ihre Wiederherstellung verlangt auch Präzisionsarbeit, - Uhrmacherarbeit gewissermassen. Unsere Technik, die sich in der täglichen Chirurgie tausendfach bewährt und die ich nicht schmähen will, ist aber vergleichsweise eine Mechaniker- oder Schlosserarbeit. Ein Präzisionsinstrument, z.B. das Auge verlangt ebenfalls eine andere Operationstechnik".

a) Anästhesie

Bei Versorgung von Sehnenverletzungen ist entweder eine Plexusanästhesie oder eine Allgemeinnarkose zu empfehlen, da die Blutsperrung nach einiger Zeit heftige Schmerzen hervorruft. Nur ausnahmsweise kommt man bei gleichzeitiger Blutsperrung am Oberarm mit der Leitungsanästhesie des N. medianus an der Beugeseite des Handgelenkes, des N. ulnaris in seinem sulcus

am Ellbogen und der sensiblen Faser des N. radialis in der Tabatière und der gleichzeitigen Verabreichung eines starken Sedativums aus. Bei Infektionen ist eine Leitungsanästhesie kontraindiziert. In grossen chirurgischen Krankenhäusern mit einem entsprechenden Anästhesiedienst wird man schwere Sehnenverletzungen in der Regel in allgemeiner Narkose versorgen.

b) Blutleere

Eine Blutleere ist bei einer Sehnennaht unbedingt erforderlich, um die Wunde gut zu übersehen; auch ist ein schnelleres Arbeiten möglich und die zarten Gewebe der Hand werden nicht durch dauerndes Tupfen geschädigt und gereizt. Zur Erzeugung der Blutleere wird gewöhnlich die Blutdruckmanschette nach Riva-Rocci mit einem Manometer verwendet. Die Manschette soll nur soweit aufgeblasen werden, als es zur Unterbrechung der Blutzufuhr nötig ist. In der Regel genügen 20 mm Hg über dem Maximum des Blutdruckes. Vor der Anwendung eines Schlauches oder der Esmarchschen-Binde wird gewarnt, weil öfters Paresen, ja sogar irreparable Lähmungen der Armnerven, besonders des N. radialis beobachtet wurden. Die Dauer einer Blutleere soll zwei Stunden nicht überschreiten. Dauert der Eingriff länger, so wird nach dieser Zeit die Manschette für 5 - 10 Minuten geöffnet und dann die Blutleere neuerlich angelegt. Nach dem Abnehmen der Blutsperre kommt es zu einer reaktiven Hyperämie, deshalb soll die Wunde für 5 Minuten fest komprimiert werden. Nach dieser Zeit sind die Gefässe verschlossen und die Blutung in der Wunde ist nur gering. Grössere Gefässe, die nach der Kompression noch bluten, müssen mit zarten Klemmen gefasst werden. Nach einigen Minuten sind sie dann auch thrombosiert, so dass Ligaturen fast nie notwendig sind. Müssen ausnahmsweise Ligaturen angelegt werden, so sollen sie aus allerfeinstem Nahtmaterial, z.B. mit Supramid extra-fein oder mit Seide Nr. 6 x 0 gemacht werden.

MAY unterbricht die Blutleere nach Freilegung der verletzten Gewebeteile zur genauen Blutstillung. Nach derselben wird die Wunde zur Stillung der kapillaren Blutung mit heissem, kochsalzgetränkten Kompressen bedeckt und der Arm für 5 Minuten erhoben. Der Blutdruckapparat wird dann wieder auf die vorherige Höhe aufgeblasen; die Blutleere wird erst wieder unterbrochen nach Anlegung des endgültigen Druckverbandes. K. MUIR und J. LATHAN geben eine besondere Methode an, die ebenfalls ein blutrockenes Operieren gestattet, ohne dass es wie bei der Manschettenblutleere zur reaktiven Hyperämie und dem damit verbundenen Hämaton und Wundödem kommt. Sie erreichen dies durch die besondere Lagerung des Patienten. Der

Operationstisch wird mit dem Kopfende um 45° gehoben. Beide Arme werden bis annähernd zum rechten Winkel abduziert und um etwa 45° ventralwärts geführt. In dieser Haltung wird der auf einer Kramerschiene fixierte Arm an einem kleinen, in der Höhe verstellbaren Operationstischchen befestigt. Der andere Arm wird in gleicher Stellung an einem Halter aufgehängt. An ihm kann unter gleichen Verhältnissen während der Operation jederzeit der Blutdruck gemessen werden. 20 Minuten vor Operationsbeginn wird der Patient in diese Lage gebracht. In Narkose fällt dann normalerweise der systolische Druck im Arm bis zu etwa 80 mm Hg ab, wodurch eine genügende Blutleere im Operationsgebiet erreicht werden soll. Muir und Lathan führen als Beispiel 40 Operationen bei Dupuytrenschen Kontrakturen an; nur in 6 Fällen war die Blutleere ungenügend, in allen übrigen Fällen war ein übersichtliches blutrockenes Operieren gewährleistet.

c) Hautreinigung

Bei der Spätnaht ist auf eine gründliche präoperative Hautreinigung zu achten. Es wird hierzu eine weiche Bürste und reichlich Wasser und Seife verwendet. Zur Erleichterung der Reinigung wird die Hand in warme, feuchte Kompressen gehüllt. Als zusätzlicher Sicherheitsfaktor kann noch Jodtinktur und eine 0,1 %ige Lösung von Methiolat in Alkohol verwendet werden.

d) Schnittführung

Um gute Resultate zu erzielen, muss die Schnittführung an der Hand genau überlegt werden. Die gesetzte Wunde soll unter minimaler Narbenbildung heilen; Gefäße und Nerven und Sehnen dürfen nicht verletzt werden. All diese Forderungen gleichzeitig zu erfüllen, ist sehr schwer, ja beinahe unmöglich. Die Hautfurchen in der Hohlhand und an den Fingern verlaufen vorwiegend quer, Gefäße, Nerven und Sehnen dagegen meist längs. Schnitte sollen Hautfurchen wegen der Gefahr der Bildung von störenden Narben, Keloiden und Kontrakturen nach Möglichkeit nicht kreuzen, verlaufen sie aber parallel zu den Furchen, so sind die darunter liegenden Gefäße, Nerven und Sehnen eventuell gefährdet und lassen sich nicht ideal darstellen. Trotzdem muss das Hauptaugenmerk auf die Vermeidung von Narbenkontrakturen gerichtet sein, d.h. dass Schnitte in der Hohlhand immer parallel mit den Handfurchen, am Handgelenk transversal verlaufen müssen. Am Finger legt man sie gewöhnlich lateral an oder man verwendet die weniger gebräuchlichen Bajonettsschnitte nach Mason. Zur Aufsuchung

der zurückgeschlüpfen Sehnenstümpfe darf der Erweiterungsschnitt niemals senkrecht zur Mitte der Wunde (T. Schnitt) und längs des Sehnenverlaufes gesetzt werden. Derartige Schnitte sind ungünstig und durch Z - oder bogenförmige Erweiterungsschnitte vom Wundwinkel aus zu ersetzen. Soll ein aus dem Wundbereich sehr weit zurückgeschlüpfter Sehnenstumpf aufgesucht werden, so legt man oberhalb der Wunde ausreichende zusätzliche Schnitte an, die in den Hand- oder Fingerfalten angeordnet sind, oder oberhalb des Handgelenkes quer über der Sehne liegen. Zum Freilegen der Beugesehnen am 1. - 4. Finger ist die Radialseite, am kleinen Finger jedoch die Ulnarseite zu wählen. Es gibt zwei Variationen dieser Schnitte. Die meistgebräuchlichste (Boyes, Bunnell, Graham, Littler, Moberg, Pulvertaft) verläuft nach Durchtrennung der Haut dorsal vom Gefäße-Nervenbündel, die andere volar. Wohl hat man durch einen Schnitt volar der Gefäßnervenbündel einen etwas besseren Zugang zu den Sehnen, aber er durchtrennt die feinen Nervenäste, die von den Volarnerven zur Haut gehen; es können in der Folge Präthesien entstehen, die beim Greifen stören, besonders am Zeige- und Kleinfinger.

Finden sich kräftige Faserzüge der Palmaraponeurose in der Nähe einer Nahtstelle, so extirpiert sie Moberg, um die Gefahr einer Narbenkontraktur herabzusetzen.

e) Aufsuchen der Sehnenstümpfe

Die Lage der Sehnenenden richtet sich nach der Stellung der Hand oder der Finger im Moment der Sehnenverletzung. Erfolgt die Sehnendurchtrennung in Volarflexion, so kann nach passiver Streckung das distale Sehnenende körperfern von der Wunde liegen und das proximale Sehnenende im Wundbereich verbleiben. Wenn dagegen die Beugesehnenendurchtrennung bei dorsal flektierter Hand erfolgt, so wird nach passiver Streckung das distale Sehnenende in der Wunde sichtbar sein, während sich der proximale Sehnenstumpf retrahiert. Stellen sich die Sehnenenden bei Einnahme der Entlastungsstellung nicht dar, so müssen sie durch Hilfsschnitte aufgesucht und zur Naht herangebracht werden. Bei geringem Zug ist die Hakenpinzette ein brauchbares Instrument. Ist der Zug stärker, wird besser ein Seidenfaden an den Sehnenenden angelegt und die Sehnenenden aufeinander zugezogen.

SCHINK verwendet zum Aufsuchen der Enden eine kleine schmale Hohlsonde mit ovalem Fenster in der Spitze; sie wird durch den leeren Sehnenkanal bis zum Stop geführt und die Incision der Haut über dem Sondenende vorge-

nommen. Nach Darstellung und Durchflechtung des proximalen Sehnenstumpfes mit dem Stahldraht wird dieser am Sondenfenster eingeknüpft. Durch Zurückziehen der Sonde muss nun der Sehnenstumpf nachfolgen.

f) Nahtmaterial

Für die Naht kann nur Material verwendet werden, das seine Festigkeit bis zum Abschluss der Wundheilung beibehält, sich nicht dehnt und möglichst reaktionslos einheilt.

Catgut erfüllt keine dieser Forderungen und wurde aus diesem Grunde schon frühzeitig für Sehnennähte nicht mehr verwendet. Als resorbierbares Material führte es zu Reizungen, entzündlichen Reaktionen und Nekrosen.

Auch **Seide** erzeugt häufig Fremdkörpergranulome, neigt zu Fadenabzessen und Nekrosen, die umso stärker und ausgedehnter sind, je mehr Seide man verwendet und je dicker sie ist. M. Lange behauptet, dass diese schlechten Erfahrungen auf die Verwendung von Sublimatseide zurückzuführen sind. Die von ihm und Witt benützte **Hydragryumoxycyanatseide** erbringt gute Erfolge. Die Seide wird dabei in Hydragryumoxycyanatlösung 1:1000 zehn Minuten lang ausgekocht und dann zur Naht verwendet. Eine zweite Sterilisation ist nicht notwendig. Die so vorbehandelte Seide behält ihre Festigkeit, ist absolut keimfrei und heilt reaktionslos ein. Tierexperimentell konnte einwandfrei erwiesen werden, dass die Regeneration des Sehnen-
gewebes in keiner Weise geschädigt wird.

Bunnell verwendet Molybdän Chrom-Nickel - Draht von 0,1 bis 0,2 mm Stärke, der bei gleicher Zugfestigkeit viel dünner ist als Seide. Der Draht wird infolge seiner antielektrolytischen Eigenschaften kaum als Fremdkörper empfunden und erzeugt dadurch nur eine geringe bindegewebige Reaktion, die später zu Verwachsungen führen kann. Nach der Sehnenheilung kann der Draht entfernt werden; somit bleibt keinerlei Fremdmaterial im Wundbereich zurück. Auch bei beginnender Infektion, bei der die Seide einen günstigen Bakteriennährboden darstellen würde, kann der Draht jederzeit gezogen werden. In Europa hat in letzter Zeit der rostfreie Draht zunehmend Verwendung gefunden.

Auch **Supramid**, **Nylon** und **Perlon** wird neuerdings verwendet. Doch hat man mit diesen Kunststoffen noch wenig Erfahrung. Flückinger berichtet von guten Ergebnissen mit **Polyamid** - Fäden.

5. NAHTMETHODEN

Die einzelnen Sehnenbündel besitzen untereinander ein so lockeres Gefüge, dass einfache, in der Längsrichtung der Sehnenfasern angelegte Nähte gewöhnlich ausreissen. Je grösser die Spannung ist, desto leichter schneiden sie durch. Diese Gefahr kann weitgehend vermieden werden, wenn das Sehnenende, oder mehr oder weniger grosse Teile seines Querschnittes, umschnürt werden. Der längs verlaufende Faden erhält dadurch einen ausreichenden Halt. Gelegentlich kommt es jedoch durch Unterbindung der längsverlaufenden Gefässe auch zu einer Nekrose des abgeschnürten Sehnenstümpfchens. Die damit verbundene Verzögerung der Heilung verhindert die frühzeitige Belastung und fördert Verwachsungen. Von den Nahtmethoden erbringen jene die besten Resultate, bei denen möglichst wenig Fremdmaterial in die Sehne versenkt wird und die trotzdem Zugfestigkeit erreichen und die Nekrose von Fasernbündeln weitgehend vermeiden.

a) End - zu Endverbindungen (Direktnaht)

Die einfachste Naht, die nur bei geringer Spannung anzulegen ist, stammt von FRIEDRICH. Sie besteht aus zwei in senkrechter Richtung übereinandergreifenden Nähten, die erst geknotet werden, wenn beide Nähte gelegt sind.

M. LANGE hat die verschiedenen Nahtmethoden hinsichtlich ihrer Festigkeit, ihrer Nekrose und Verwachsungsgefahr tierexperimentell geprüft; dabei brachte die von Kirchmayer angegebene Nahttechnik die besten Resultate und Lange hat in den letzten zwei Jahrzehnten, ebenso wie Witt, ausschliesslich diese Methode mit gutem Erfolg benutzt.

Ihre Technik im einzelnen ist folgende: Die Seide ist mit doppelter Sehnennadel armiert, d. h. an jedem Seidenende ist eine Sehnennadel eingeführt. Mit der Nadel 1 wird ein Randbündel der Sehne, etwa in 1 1/2 cm Entfernung vom Sehnenende umstochen, dann wird mit der gleichen Nadel die Seide parallel zur Längsachse der Sehne zum freien Sehnenquerschnitt geführt. Anschliessend wird mit der Nadel 2 das andere Seidenende durch den Querschnitt der Sehne hindurchgestochen und in gleicher Höhe, wie auf der anderen Seite ein Randbündel umfasst. Hiernach wird auch dieses Seidenende entlang der Längsachse der Sehne zum freien Sehnenquerschnitt hindurchgeführt. Es wird dann die Nadel in den Querschnitt des anderen Sehnenendes

eingestochen, 1 1/2 cm oberhalb auf derselben Seite ein Randbündel wieder umstochen und die Nadel quer durch die Sehne geführt. Nadel 1 wird nun auch in das distale Sehnenende eingeführt und 1 1/2 cm weiter oben herausgeführt. Nach genauer Adaption werden die beiden Nahtenden miteinander verknüpft.

Die Vorteile dieser Naht sind, dass die Adaption unter schonendsten Bedingungen sicher ist. Die Seide ist bis auf die Stellen an den Randbündeln und am Seidenknoten vollständig in das Innere der Sehne versenkt und bildet kein Hindernis für eine gute Gleitfähigkeit. Der Seidenknoten liegt nicht in der Höhe der Sehnenwunde und wirkt daher nicht ungünstig auf die regenerativen Vorgänge, operationstechnisch ist die Naht einfach.

Bei Sehnennähten, die unter hohem Zug auszuführen sind und bei denen Schwierigkeiten in der Adaptierung bestehen, legt Lange am gegenüberliegenden Sehnenende eine gesonderte Naht an. Die vier freien Seidenenden werden gefasst, an ihnen wird leicht gezogen und die Sehnenenden aneinander gezügelt. Hierauf werden die beiden je zusammengehörenden Seidenfäden geknotet. Der Nachteil ist in diesem Fall, dass die Seidenknoten in den Randgebieten zwischen den Sehnenquerschnitten liegen und damit ein gewisses Hindernis für eine gleichmässige schnelle Verwachsung der gesamten Sehnenenden bilden.

Ein grundsätzlicher Unterschied besteht in der Technik nicht, ob es sich um eine primäre oder sekundäre Naht handelt. Auch bei intravaginalen Sehnennähten wird die gleiche Methode verwendet. Hier wird die Nahtsicherheit durch eine sogenannte *Haltenaht* neben der gewöhnlichen Naht noch erhöht. Diese zusätzliche Naht, die etwa in 2 cm Entfernung oberhalb und unterhalb von der eigentlichen Sehnennahtstelle angelegt wird, bezweckt eine Entspannung der Nahtstelle. Die Sehne wird, wie bei der gewöhnlichen Sehnennaht beiderseitig mit ihren Randbündeln umstochen, die Seidenfäden werden aber nicht durch das Innere der Sehne, sondern tangential zur Oberfläche entlang geführt. Die Verknötung geschieht ausserhalb der eigentlichen Nahtstelle. Ungünstig ist hierbei, dass der grösste Teil des Fadens nicht in der Sehne versenkt ist und leicht zu Verwachsungen mit der Sehnenscheide führt. In den letzten Jahren führt auch Lange innerhalb einer Sehnenscheide keine Naht mehr durch, sondern sekundär eine freie Sehnentransplantation.

Ähnlich der Naht nach Lange ist die *Koch-Mason-Allen-Naht*, wie sie Siler angibt. Jedoch kommt es häufig zu Verwachsungen, da der grösste Teil des Nahtmaterials ausserhalb der Sehne liegt.

Einen völlig neuen Weg geht BUNNELL, er betont, dass die Heilung einer Sehnenwunde nach drei Wochen abgeschlossen ist. Versenktes Nahtmaterial ist dann überflüssig und als Fremdkörper in der weiteren Regeneration hinderlich, es soll deshalb entfernt werden. Er strebt ausserdem die Entlastung der Nahtstelle an. Als Nahtmaterial wird rostfreier Draht verwendet. Bunnell verwendet sie bei der gewöhnlichen Sehnennaht und bei der freien Sehnen-transplantation. Zur Sehnennaht mit Draht hat Bunnell zwei Methoden angegeben. Die Sehnenstümpfe können direkt oder auf Distanz genäht werden.

Bei der direkten Naht wird der Draht in dem zentralen Stumpf eingeflochten. Die beiden Drahtenden werden nun in Längsrichtung durch den peripheren Stumpf gezogen, und durch die Haut herausgeleitet. Sie werden nach guter Adaption der Sehnenstümpfe kräftig angezogen und über einen Knopf an der Fingerbeere oder bei Nähten in der Hohlhand über der Zwischenfingerfalte geknotet. Eine Durchflechtung auch des peripheren Sehnenstumpfes ist nicht nötig, weil nur der zentrale Stumpf unter der Einwirkung des Muskelzuges liegt. Durch die zentrale Schlinge wird ein Ausziehdraht gelegt und zentralwärts durch die Haut ausgestochen. Um ein Auseinanderweichen der Sehnenstümpfe zu vermeiden, wird eine zusätzliche Seidennaht (Doppelrechtwinkelnah) oder (Kreuzstich) ausgeführt. Diese Sicherung für die Adaption ist jedoch nicht immer erforderlich.

Die Sehnennaht auf Distanz bezweckt vor allem eine gute Entlastung der Naht bei Versenken von wenig Nahtmaterial an der Nahtstelle. Am proximalen Sehnenende, weit ab von der Verletzungsstelle, wird in üblicher Weise der Draht in die Sehne eingeflochten, dann durch die Naht nach distal aussen geführt und über ein Metall- oder Perlmutterblättchen an der Fingerzwischenfalte verknotet. Dadurch wird der zentrale Stumpf gespannt und die beiden Sehnenenden berühren sich. Mit feinsten Seidennaht, die 4 mm von den Stumpfenden entfernt kreuzweise durchgestochen wird, werden sie genau aneinandergelegt. An die zentrale Schlinge der Entlastungsnah kommt ein Ausziehdraht. Diese Verbindung ist frei von grobem Nahtmaterial, welches Verwachsungen erzeugen könnte. Auch der Muskelzug ist ausgeschaltet; doch bleiben die für die Sehnenheilung richtunggebenden Kräfte, die Rehn in den Aktionsströmen des Muskels trotz Ruhigstellung im Gips fand, erhalten. Die Technik eignet sich besonders bei Verletzungen der Beugesehnen im Bereich der Finger, wo sonst in den engen Kanälen Verwachsungen nicht vermieden werden können.

Für schräg durchtrennte Sehnen beschreibt Bunnell ein Verfahren, bei welchem ein Draht die adaptierten Sehnenenden mit U-förmigen Schlin-

gen durchstept. Beide Drahtenden werden parallel zur Sehne durch die Haut nach aussen geführt, durch Zug am Draht wird dieser gestreckt und durch Knöpfen unter Spannung gehalten; die Sehne legt sich dabei in Wellenform.

Bunnell entfernt den Draht nach drei Wochen; der Draht wird zwischen Haut und Blättchen durchschnitten und mit dem Ausziehdraht herausgeholt. Gelingt dies nicht sofort, befestigt man ein Gummiband unter Spannung am Ausziehdraht. Man findet dann den Draht am nächsten Tag im Verband. Wird der Draht nicht entfernt, so bricht er in viele kleine Stücke und führt zu Reizerscheinungen.

Um eine Sekundärinfektion entlang der Drähte zu vermeiden, versenkt sie Mc. LAUGHIN unter die Haut. Zur Entfernung des Nahtmaterials werden sie unter Lokalanästhesie durch 2 - 3 kleine Hautschnitte freigelegt.

Eine Vereinfachung erfuhr die Bunnell-Naht durch LENGEMANN und BSTEH. Lengemann verwendet einen mehrfaserigen, geschmeidigen, rostfreien Draht, der an einem Ende in eine gebogene atraumatische Nadel übergeht. Handbreit von der letzteren sitzt eine kleine zweizinkige federnde Gabel dem Draht fest an, die Zinken sind scharf und bilden einen spitzen Winkel, dessen Öffnung den Draht einbegreifend zur geraden Nadel weist. Die Sehnennaht wird folgendermassen ausgeführt. Nach Freilegung der Sehnenstümpfe wird ein 4 cm langes Stück des proximalen Stumpfes mit der geraden Nadel im Zick-Zackstrich auf den Draht gefädelt. Die Nadel wird in der Mitte des proximalen Stumpfquerschnittes ausgestochen. An der kongruenten Stelle des distalen Stumpfquerschnittes wird sie wieder eingestochen, eine Strecke weit gerade durch die Sehne nach distal geführt, um dann durch die Haut herausgestochen zu werden. Jetzt wird ein Blei- oder Paladonblättchen mit der geraden Nadel aufgefädelt, anschliessend eine Bleiperle. Man zieht den Draht soweit durch, dass die kleine scharfe Gabel, die man etwas führen muss, quer in die Sehne einsticht. Unter weiterem Zug werden beide Schnittflächen der Sehne automatisch adaptiert; im Bereich distal von der Gabel liegt entspannt und leicht gewellt der gefasste Teil des proximalen Sehnenendes. In dieser Position wird der Draht fixiert, indem man die Bleiperle mit einer Zange festquetscht. Die gerade Nadel wird abgeschnitten; die gebogene wird einige cm proximal vom körpernahen Wundwinkel durch die Haut gestochen und ebenfalls abgeschnitten. Zum Schluss folgen zwei feine Seidennähte, durch die das Paratenon beider Stümpfe adaptiert und ein Verdrehen der Schnittflächen verhindert wird.

Eine ähnliche Vereinfachung seiner Methode veröffentlichte drei Jahre später

(1954) BUNNELL selbst. Er verwendet an Stelle der zweizinkigen Gabel ein Schiffchen (Gig) von hartem, rostfreiem Stahl. Es besitzt eine breite Oberfläche (Grösse 6 x 1, 1 x 0.4 mm) mit drei runden Löchern. Durch eines der Löcher wird der Ausziehdraht, durch die beiden andren der Nahtfaden gezogen. Die beiden Enden des Nahtfadens werden sodann in eine gerade Nadel gegeben und diese wird wie bei Lengemann durch beide Sehnenstümpfe und durch die Haut durchgeführt. Die Drahtfäden werden so fest angezogen, dass das Schiffchen der Sehne fest anliegt. Dann werden die Fäden wie üblich über einem Blättchen geknotet. Der Ausziehdraht wird proximal der Nahtstelle ebenfalls herausgeführt. Bunnell verwendet diese Methode besonders bei der sofortigen Versorgung von Sehnenverletzungen und bei der Reinsertion.

BSTEH fesselt bei seiner Transfixationsmethode die Beugesehne nicht mit einer Naht, sondern fixiert die Sehne mit einer Kanüle für drei Wochen an dem entsprechenden Mittelhandknochen oder den Mm. interossei.

Um die Naht spannungslos zu halten, schlägt Lange die plastische Z-förmige Verlängerung der Sehne an ihrem Übergang vom Muskel zur Sehne vor. Er verwendet sie bei intravaginalen Sehnennähten; die Heilungstendenz der spannungslos liegenden Nahtstelle ist weitaus grösser, während die damit einhergehende leichte Schwächung der Muskelkraft durch die Verlängerung im allgemeinen in wenigen Wochen wieder aufgeholt wird. Vorteilhaft ist diese plastische Verlängerung der Sehne auch für Spätnähte, um die durch das Zurückschlüpfen des Sehnenendes erzeugte Diastase zu überbrücken. Durch die einfache plastische Verlängerung der Sehne oberhalb des Handgelenkes kann häufig ein Transplantat vermieden werden. Grenzen sind dem Verfahren gesetzt, wenn zu grosse Defekte, mehr als 5 - 6 cm, bestehen, oder wenn ausgedehnte Verwachsungen bis zum Handgelenk vorliegen, die eine Verschiebung der Sehne nach peripher erschweren oder sogar unmöglich machen.

Die Technik ist folgende: Schnitt 1 über der Verletzungsstelle der Sehne, Freilegung der Sehne und Seidenanschlingung an das zentrale Ende. Schnitt 2 am Unterarm am Übergang der Sehne zum Muskel. In typischer Weise Z-förmige Verlängerung der Sehne. Das Ausmass der Verlängerung wird durch die Grösse des Defektes bestimmt. Der zentrale Sehnenstumpf wird bei gleichzeitiger Lösung von Verwachsungen mittels des Seidenfadens nach peripher gezogen, so dass eine gewöhnliche, spannungslose, direkte Naht möglich ist; dann werden die Z-förmig verlängerten Enden nebeneinander gelagert und

wieder mit vier Seidenknopfnähten vereinigt, Bunnell durchtrennt bei der Sehnenverlängerung die zu verwendende Sehne durch einen schrägen Schnitt mit möglichst langer Schnittfläche.

b) Reinsertion

Bei Durchtrennung der tiefen Beugesehne an ihrem Ansatz oder knapp proximal davon, kann sowohl am Daumen, wie am dreigliedrigen Finger eine Reinsertion nach der Technik von Bunnell vorgenommen werden. Der periphere Sehnenstumpf wird vollständig entfernt und der zentrale direkt am Knochen befestigt. Mit dem Knochenmesser oder mit dem Meissel wird knapp peripher der Gelenkscapsel eine Knochenlamelle so abgehoben, dass sie eine nach zentral offene Kerbe bildet. Aus dem Fingernagel wird sodann peripher der Lunula ein Loch geschnitten, dann von hier aus mit dem Handbohrer das Endglied bis zum Bett der Knochenlamelle durchgebohrt. Durch diesen Kanal wird der in den zentralen Sehnenstumpf eingeflochtene Draht von volar nach dorsal mit Hilfe einer vorher in den Knochenkanal eingelegten Drahtschleife zum Nagel gezogen. Die Drahtenden werden dann straff über einem Knopf oder über dem freien Nagelrand geknüpft. In die proximale Schlinge wird in üblicher Weise ein Ausziehdraht eingelegt. Auf diese Weise findet das Sehnenende eine gute Fixation in der gebildeten Knochenkerbe. Der über den Fingernagel geknüpfte Draht wird nach 3 - 4 Wochen mittels des Ausziehdrahtes vorsichtig entfernt. Ein grosser Teil der Chirurgen unterlässt das Ausmeisseln einer Knochenlamelle; abgesehen davon, dass diese Methode nur bei Transplantaten mit genügendem Sehnenmaterial möglich ist, birgt sie auch die Gefahr einer Fraktur der Endphalanx in sich.

FLYNN nimmt anstelle von Draht einen Catgutfaden, um Verwachsungen zu begünstigen, die in diesem Falle erwünscht sind.

c) Tenodese

Als Tenodese bezeichnet man die teilweise Feststellung eines Gelenkes durch die über dieses hinwegziehenden Sehnen, die am Skelett befestigt werden. Dabei wird im Gegensatz zur Ankylose keine absolut starre Arretierung erreicht. Die Tenodese zeigt vielmehr eine gewisse Elastizität und lässt in einer Richtung aktive und passive Bewegungen zu. Im Bereich der Finger wird häufig nach einer Profundusehnenverletzung die Tenodese des distalen Interphalangealgelenkes in 30 %iger Flexionsstellung durchgeführt; man erreicht damit ohne Naht einen Flexionsgriff bei nur geringem Streckdefekt.

Der periphere Sehnenstumpf wird mittels ausziehbarer Drahtnaht am Mittelglied verankert. Die Befestigung des Sehnenstumpfes erfolgt in der gleichen Weise, wie die Reinsertion einer Sehne am Endglied; die Drahtnaht wird an der Streckseite des Mittelgliedes über einen Perlmutterknopf geknüpft und nach vier Wochen entfernt. MOBERG führt gleichzeitig eine temporäre Endgelenkarthrodese durch; hierbei wird ein Kirschner-Draht vom Endglied aus bis zum Mittelglied vorgetrieben und nach sechs Wochen von der Streckseite her entfernt.

d) Die Sehnentransplantation

Eine freie Sehnentransplantation findet Anwendung bei Verletzungen der Beugesehnen im Niemandsland, zur Umgehung einer Naht bei stark geschädigten oder ausgefranst Sehnen und bei veralteten Sehnenverletzungen, wenn die Sehnenstümpfe soweit zurückgewichen sind, dass eine direkte Naht nicht mehr möglich ist.

LEXER hat als erster in Deutschland freie Sehnentransplantationen systematisch 1908/09 durchgeführt, nachdem KIRSCHNER und REHN das Verfahren experimentell begründet hatten. Zunächst fand die Sehnentransplantation wenig Anhänger und die Mitteilungen über die Erfolge wurden mit Skepsis aufgenommen. Ein rückhaltloser Anhänger der freien Sehnentransplantation wurde BUNNELL. Er veröffentlichte schon 1924 erstaunliche Behandlungsergebnisse über die freie Sehnenverpflanzung bei Fingerstreckern und Fingerbeugesehnenverletzungen. In seinem Buch "Surgery of the hand" (1944) sind die glänzenden Erfolge bei schweren Sehnendefekten an Hand und Fingern von eindrucksvollen Bildern belegt. Auch in der Klinik M. LANGE wurde eine grosse Zahl freier Sehnentransplantationen durchgeführt und die Erfolge auf den Tagungen in Bad Tölz 1947 und 1950 und auf dem Orthopädenkongress 1949 demonstriert. Die Technik der freien Sehnentransplantation hat heute eine Entwicklungsstufe erreicht, die sie zu einer der wertvollsten Hilfsmittel in der Rekonstruktionschirurgie der Hand machen. Die ursprünglich so sehr gefürchtete Nekrose eines Sehnentransplantates tritt in der Praxis kaum ein und die drohenden Verwachsungen können durch subtilste Operationstechnik und durch intensive, genügend lange Nachbehandlung weitgehend verhindert werden.

Während NAGEOTTE glaubte, dass das Transplantat vollständig einheilt, konnte WEIDENREICHER nachweisen, dass sich das Transplantat nach einiger Zeit auflöst und durch einsprossende Sehnenzellen, die neue Fasern bil-

den, ersetzt wird.

Regelmässig sprossen zahlreiche Gefässe in das Transplantat ein. Die ersten Zeichen einer Wiederausbildung der Gefässe zeigen sich nach drei Tagen, nach etwa 15 Tagen sind sie stärker entwickelt als bei normalen Sehnen. In der Folgezeit findet eine Formveränderung der neugebildeten Gefässe statt. Die Gefässe des Transplantates zeigen zunächst einen gewundenen, vorwiegend quergerichteten Verlauf, der später regelmässig wird und sich immer mehr der Längsrichtung anpasst.

Zum Ersatz einer Sehne oder eines Sehnenstückes versuchte man Transplantationen auch mit homoio-, - hetero - und alloplastischem Material.

Faszientransplantate heilen gut ein, wie KIRSCHNER, KLEINSCHMID und LEXER experimentell nachgewiesen haben, jedoch sind sie für den Ersatz von Fingerbeugesehnen infolge ihrer grossen Dehnbarkeit und ihrer beträchtlichen Neigung zu Verwachsungen unbrauchbar. Auch die Einpflanzung von Cutisstreifen nach REHN und von Venenstücken haben sich nicht einbürgern können. In den anglo-amerikanischen Ländern finden vielfach Känguruhsehnen Verwendung, die in sterilen Glasröhren gebrauchsfertig im Handel sind.

Fritz LANGE erzielte mit der künstlichen Seidensehne gute Erfolge; die Seide heilte meist gut, um sie herum entstand eine Bindegewebswucherung. Seine Erfolge dürften aber begründet sein in einer Jahrzehnte langen Erfahrung, in einer ausgearbeiteten Operationstechnik, sorgfältiger Nachbehandlung und einer über Jahre sich erstreckender Überwachung des Patienten, denn die Gefahr der Überdehnung der Seidensehne ist noch 1 - 2 Jahre nachher gegeben.

MAES berichtet neuerdings von guten Erfolgen mit Nylon. Haben auch Tierexperimente und Erfahrungen an Menschen einwandfrei gezeigt, dass alloplastische Schaltstücke in einen Sehndefekt einheilen und zu einem guten funktionellen Ergebnis führen können, so erfolgt doch die Einheilung homoioplastischer Transplantate sicherer, weswegen sie heute meist benutzt werden. Die Beschaffung autoplastischen Materials bereitet keine Schwierigkeiten.

Der günstigste Zeitpunkt für eine Transplantation liegt, wie für die Spätnaht, 4 - 6 Wochen nach der Wundheilung. Das Operationsgebiet muss eine primäre Heilung nach der Operation gewährleisten, d.h. alle entzündlichen Erscheinungen und Schwellungen müssen abgeklungen sein. Ein wirklich gutes Resultat kann nur erreicht werden, wenn das Transplantat durch nahezu

narbenfreies Gewebe geleitet werden kann. Dies ist jedoch nicht möglich, wenn eine frühere Sehnennaht bereits versucht und missglückt ist, doch wird auch die in diesem Falle nur zu erwartende Teilfunktion bereits eine Transplantation rechtfertigen. Bei gleichzeitiger Verletzung beider Fingernerven muss zuerst die Nervennaht durchgeführt und die Wiederkehr der trophischen Funktionen und der Sensibilität abgewartet werden, die bei Verletzungen im Bereich des Grundgliedes nach etwa 8 Wochen erfolgt. Ist nur einer der beiden Fingernerven verletzt, so kann die Naht dieses Nerven zugleich mit der Naht der freien Sehnentransplantation ausgeführt werden. Der Finger muss **passiv gut beweglich sein und ein guter M. flexor** ist erforderlich. Eine Elastizität von ungefähr 2 cm im Flexorenmuskel genügt für ein brauchbares Resultat. Man prüft das während der Operation. Vorhanden sein muss auch der Gesundungswille des Patienten, ohne dessen aktive Mitarbeit kein Erfolg erzwungen werden kann. Das Alter des Patienten soll nicht über 50 Jahre sein.

Als häufigste Transplantate werden benützt die Sehne des *M. palmaris longus*; sie ist genügend lang und die Entnahme hinterlässt keinen funktionellen Ausfall. Sie fehlt allerdings in 20% der Fälle.

Die Sehnen der Extensoren der 2. und 4. Zehe am Fussrücken eignen sich ebenfalls als Transplantat. Die Strecksehne für die Grosszehe und die 5. Zehe sollen nicht verwendet werden. Die Kleinzehe besitzt oft keinen kurzen Extensor und krümmt sich dann unter dem Fuss.

Auch die oberflächliche Fingerbeugesehne, deren zentraler Stumpf bis zum Unterarm freigelegt werden kann, ist gelegentlich verwendet worden. Sie ist jedoch meist zu dick und häufig auch vernarbt. Die Gefahr der sekundären Ruptur ist bei dicken Transplantaten grösser als bei dünnen, da bei dicken Transplantaten infolge ihrer Aufquellung leicht Nekrosen auftreten können. Völlig unbrauchbar ist als Transplantat eine Sehne mit rauher Oberfläche, die aus einem Narbengewebe ausgelöst wurde. Manchmal wird auch die besonders dünne Sehne des *M. gracilis* verwendet.

Gewöhnlich wird das Transplantat mittels eines langen Schnittes entnommen, so dass die Präparation des Paratenons in der ganzen Länge der Sehne möglich ist. Das Paratenon enthält den Hauptteil der ernährenden Gefässe und Nerven und soll gleichzeitig als Gleitgewebe dienen.

MOBERG konnte aber bei einigen Reoperationen wegen mangelhafter Gleitfähigkeit beobachten, dass sich aus dem verödeten Paratenon ein massives

Narbengewebe gebildet hatte. In anderen Fällen, in denen das aktive und passive Extensionsvermögen im proximalen Interphalangealgelenk eingeschränkt war, fand er bei erneutem Eingriff ein neugebildetes Ligament zwischen Basal- und Mittelphalanx längs der Sehne. Im übrigen besass die Sehne ein gutes Gleitgewebe. Auch hier schien sich dieses Narbenband aus Paratenongewebe gebildet zu haben.

Auf Grund dieser Beobachtungen ist Moberg dazu übergegangen, die Sehne ohne Paratenon zu transplantieren und konnte gute Ergebnisse erzielen. Die Zahl der Transplantationen ohne Paratenon ist allerdings noch nicht gross genug, um einen endgültigen Vergleich zu ziehen. Das Transplantat wird mittels einer Reihe kleiner Querschnitte, 3 - 4 solcher Schnitte genügen für die Palmarrissehne, 4 - 6 für die langen Zehenstrecksehnen. Unter äusserster Schonung entnommen, darf es nie etwa nur von 2 Insertionen aus gewaltsam herausgerissen werden. Pinzetten, Gefässklemmen und scharfe Haken dürfen die Oberfläche der Sehne keinesfalls verletzen, meist wird das Transplantat an beiden Enden mit einem Seidenfaden angehängen.

ENDER hält es für belanglos, ob das Transplantat mit oder ohne paratendinösem Gleitgewebe entnommen wird, er fordert nur eine völlig intakte Oberfläche des Transplantates.

Das Transplantat reicht bei einer Sehnenplastik am dreigliedrigen Finger von der Hohlhand bis zum Endglied. Am Daumen wird beim Ersatz der tiefen Beugesehne der zentrale Stumpf bis oberhalb des Handgelenkes gekürzt und von da aus das Transplantat bis zum Endglied durchgeführt. Im allgemeinen wird jedoch am Daumen eine freie Transplantation nicht nötig sein, da hier auch grosse Defekte mittels der Z-förmigen Verlängerung ausgeglichen werden können.

Zur Vereinigung des Transplantates mit dem Sehnenende kann jede der früher erwähnten typischen Sehnennähte angewandt werden. Bei ungleicher Dicke des Transplantates und der Sehne ist eine End - zu Endverbindung jedoch ungünstig; frei endende Sehnenfibrillen lassen sich hierbei nicht vermeiden. Von diesem ungedeckten Anteil des Sehnenquerschnittes geht dann die Verwachsung aus.

Besitzt das Transplantat eine ausreichende Länge, so kann man eine Sehnen-
durchflechtung vornehmen; dabei wird die dünnere Sehne mit Hilfe eines an ihr angeschlungenen Seidenfadens durch ein oder zwei hintereinandergelagte Schlitze in die dickere Sehne eingeflochten und dort vernäht. Es ist da-

rauf zu achten, dass die beiden Sehnenstümpfe möglichst in das Innere der Sehne versenkt werden.

Nach einer anderen Methode, die auf LEXER zurückgeht, werden die Sehnenenden gespalten, das Transplantat zwischen die beiden Schenkeln der Sehne gelegt und dann mit dieser durch U-Nähte vereinigt.

LANGE legt einen Schlitz in das Ende des zentralen Sehnenstumpfes, der so gross ist, dass man das proximale Ende des Transplantates gerade ein Stück weit durchführen und in diesem Schlitz vernähen kann. Die Vernähung erfolgt mit je zwei feinen Seidenknopfnähten innen und aussen und ausserdem wird noch der an das Sehnenende angeschlungene Seidenfaden an dem zentralen Sehnenstumpf verankert. Die Befestigung am distalen Sehnenstumpf erfolgt analog; nur wird der periphere Stumpf in das Transplantat gezogen. Die Sehnenenden sind nun wie Schachtelhalme aufgereiht. Die hindurchgezogenen Sehnenstümpfe müssen zentral wie peripher ganz flach der Sehne anliegen, um kein Gleisthindernis zu bilden.

BUNNELL verwendet in der Hohlhand, falls es die Dicke des Transplantates erlaubt, seine typische End - zu End-Naht mit Draht. Bei längeren Transplantaten verbindet er die Sehnenstümpfe mit dem Transplantat genau wie bei der direkten Naht; bei kurzen Transplantaten legt er die Überkreuzungsnahnt nur in das Ende der Sehne, während durch das Transplantat die Fäden in der Längsrichtung durchgeführt werden. Durch die Spannung des Fadens wird eine gute Adaption erreicht.

Über die Nahtstelle der Sehne in der Hohlhand werden mit feinsten Nähten die Mm. lumbricales genäht, um Verwachsungen zu vermeiden.

Die Befestigung des distalen Transplantates kann ebenfalls auf verschiedene Weise durchgeführt werden. Meist wird der distale Sehnenstumpf vollständig entfernt und das Transplantat durch eine Reinsertion nach Bunnell oder Pulvertaft am Endglied befestigt. Es können aber auch 2 - 4 mm des distalen Sehnenstumpfes belassen werden, um das Transplantat an diesem durch eine End- zu Endnaht oder mittels einer Durchflechtungsnahnt zu befestigen.

Die Bestimmung der richtigen Länge des Transplantates ist schwierig; der Beruf des Patienten ist von ausschlaggebender Bedeutung. Gleichzeitig volle Extension und fast normale Flexion sind selten zu erreichen, man muss von vorneherein seine Ansprüche an eine dieser Funktionen bewusst einschränken. Gewisse Patienten, z.B. Frauen verzichten gerne

auf einen Teil der Flexion zugunsten besserer Extension; andere, z.B. Tischler, Schlosser, haben grösseren Nutzen von einer guten Flexion und geben dafür volle Extension auf, um einen kräftigen Griff an Werkzeugen zu haben. Für wieder andere, wie Fischer, ist der gekrümmte Finger eine grosse Gefährdung, da er sich leicht im Netz verfängt und Unfälle verursachen kann. Beim normalen Handgriff ist der Zeigefinger am wenigsten, der Kleinfinger am meisten gebeugt; die Haltung der übrigen Finger liegt dazwischen. Die gleiche Haltung soll bei der Bestimmung der Länge des Transplantates eingenommen werden, wobei noch eine gewisse Schrumpfung mitberechnet werden muss, bei dickeren Transplantaten ist diese grösser als bei dünnen.

In der Regel gewinnt man die richtige Länge, wenn bei Extension im Handgelenk der Finger sich beugt, am meisten der Kleinfinger, am wenigsten der Zeigefinger, und wenn bei maximaler Beugung im Handgelenk der Finger sich wieder streckt. Der Tonus, geprüft mittels leichter Dehnung an der Fingerspitze, ist dann an allen Fingern etwa derselbe.

Eine andere Bestimmung der Transplantatlänge richtet sich danach, dass bei leichter Volarbeugung der Hand und einer Beugung der Grundgelenke des Fingers von 90° das End- und Mittelgelenk des Fingers gut zu strecken sein müssen. Auch die mittlere Beugstellung aller Gelenke gibt eine gute Ausgangsstellung für die spätere Funktion. MOBERG fixierte in vier Fällen, das Transplantat an der Endphalange recht weit distal um eine bessere Flexion zu erhalten; leider erhielt er statt dessen eine kräftige Flektionkontraktur, da durch den zu langen Hebelarm die Beuger die Strecker an Kraft überwogen.

e) Sehnenverpflanzung

Der heutige hohe Stand der Sehnenchirurgie erleichtert auch die Wiederherstellung der Funktion nach irreparablen Nervenlähmungen oder Muskeldefekten. Sehnen gesunder Muskeln werden hierbei als Kraftspender an Sehnen angeschlossen, deren Muskulatur gelähmt oder vollständig zerstört ist. Voraussetzung für solche Eingriffe ist, wie für die Transplantation, ein einwandfreies Operationsfeld; als Nahtmethode dient die Durchflechtungstechnik.

6.) DIE VERSORGUNG DER SEHNENSCHHEIDE NACH EINER SEHNENVERLETZUNG

Liegt eine Sehnenverletzung innerhalb einer Sehnenscheide, so sind die Ansichten über die beste Behandlung der Sehnenscheide noch sehr verschieden, zumal keine der bisherigen Behandlungsmethoden ein zuverlässig gutes Ergebnis bringt.

Von dem Gedanken ausgehend, dass die Nahtstelle der Sehne an der empfindlichen Sehnenscheidenmembran Reizerscheinungen erzeugt, wird von vielen Chirurgen der über der Nahtstelle liegende Sehnenscheidenanteil entfernt, um ein Gleiten der genähten Sehne auf dem unempfindlichen Unterhautfettgewebe zu ermöglichen.

Bunnell empfiehlt die seitliche Spaltung der Scheide, sowie der Ligg. cruciata und annularia, da in den ersten Wochen die genähten Sehnenstümpfe anschwellen und besonders innerhalb der Ligamenta stranguliert und somit Sehnennekrosen und Verwachsungen begünstigt werden können. -

Bei einer Sehnen transplantation kann eine unbeschädigte Sehnenscheide belassen werden. Ist die Scheide aber beschädigt oder fibrös verdickt, so wird sie reseziert. Die Ligg. annularia und cruciata bleiben möglichst erhalten, um ein seitliches Abgleiten der Sehnen über die Gelenke zu verhindern.

Auf verschiedenste Weise wurde versucht, neue Ligamente oder ganze Sehnenscheiden zu bilden. Man verwendet Sehnenstücke, die entweder an den Rest der Ligamenta genäht oder ganz um den Finger gelegt werden, wobei sie dorsal unter der Extensorsehne zu liegen kommen.

ALLEN bildet über dem mittleren Interphalangealgelenk ein neues Band durch Kreuzen der distalen Sublimisstümpfe.

L. MAYER und später THATHER versuchten die Bildung von ganzen Sehnenscheiden durch Einlegen von Celluloidröhren oder Tuben aus rostfreiem Stahl zu erreichen. Mikroskopisch konnte nachgewiesen werden, dass sich um sie eine synovial ausgekleidete Schicht bildete. Nach einem Monat wurde das Rohr entfernt und ein Sehnen transplantat durch den Kanal gezogen, jedoch konnten auch mit dieser Methode Verwachsungen nicht verhindert werden. Mayer erreichte bei so operierten Patienten eine $\frac{2}{3}$ Flexion der Finger.

Die Gefahr der Schrumpfung und die damit verbundene entscheidende Ver-

engung der Sehnenscheide ist bei den künstlichen Bändern besonders gross. Die deutschen Fachchirurgen unterlassen den plastischen Ersatz der Querbänder; die Funktion des Fingers ist durch das Fehlen der Sehnenscheide, sowie auch der Ligamenta nicht wesentlich beeinträchtigt, und die Patienten sind mit dem erreichten Erfolg zufrieden.

7.) MASSNAHMEN ZUR VERHÜTUNG UND BESEITIGUNG VON VERWACHSUNGEN

Da man bei der Durchführung der Sehnennaht und der Transplantation bald die Verwachsung als Hauptgefahr für ein gutes, funktionelles Ergebnis erkannte, wurde frühzeitig nach Wegen gesucht, dieser zu begegnen.

Um Verwachsungen begünstigende Nekrosen und stärkere Gewebereaktionen bei Verletzung von Sehnen oder paratendinösem Gewebe zu vermeiden, ist vor allem eine schonende Operationstechnik notwendig. Bereits bestehende Narben müssen exzidiert werden, ein Bluterguss ist unbedingt zu verhindern. Die Nahtstelle darf nach der Operation durch keinen Druck belastet werden. Sind diese Forderungen erfüllt und wird die Nachbehandlung richtig durchgeführt, so können Verwachsungen weitgehend vermieden werden.

Für die Sekundärnaht oder bei Defektoperationen wurden viele Vorschläge zur Vorbeugung von Verwachsungen angegeben, Auto, hetero und alloplastisches Material wurde erprobt. LEXER tunnelierte das Unterhautgewebe, Mc. ARTHUR scheidete die Sehne in freitransplantiertes Fett, THÖLE in freitransplantierte Venen, WOLLENBERG in freitransplantierte Sehnenscheiden vom Fuss ein. An alloplastischem Material fanden Kautschukblättchen, Catgut, Papier, Pergament, oxydierte Baumwolle, Polyäthylen und Celluloidtuben Verwendung, doch ist bei Fremdkörpern die Gefahr des Ausstossens verhältnismässig gross.

Von amerikanischen Autoren werden neuerdings an verwachsungsgefährdeten Stellen Vitalliumblättchen eingelegt; um sie bildet sich ein schleimbeutelähnliches Gewebe, das gute Interpositionseigenschaften besitzt. Nach vier Wochen wird das Blättchen wieder entfernt. Es zeigte sich öfters eine Sehnennekrose, wenn die Sehnen vollständig mit einem alloplastischen undurchlässigen Transplantat umschichtet wurde. Dies ist verständlich, da ja die Regeneration, wie auch die Ernährung der Sehne von der Umgebung und nicht von den beiden Sehnenenden ausgeht.

In der deutschen Literatur wird dem autoplastischen Material der Vorzug gegeben. Lockeres Fettgewebe ist anspruchslos und keinen besonders starken Veränderungen nach der Transplantation unterworfen. Faszie wird nur im Einzelfall verwendet. Wenn möglich wird ein gestielter Fettlappen an die verwachsungsgefährdete Stelle herangebracht. Bei Fingersehen ist dies allerdings nur in Ausnahmen durchführbar, ansonsten muss das Fett frei verpflanzt werden. Es wird dann jedoch nur zur Unterfütterung an gefährdeten Stellen benützt; da freiverpflanztes Fettgewebe auch eine Schrumpfungseigenschaft zeigt, kann es zur Ummauerung der Sehne und damit neuerdings zur Gleithemmung kommen.

Auch das Paratenon, z. B. aus der Umgebung der Tricepssehne wird verwendet, Bunnell empfiehlt jenes Gewebe, das der Faszia lata aussen aufsitzt.

Cortison und ACTH sollen, wie CARSTAM in seinen Experimenten feststellte, Verwachsungen verhindern. Anlass zu den experimentellen Versuchen war die Beobachtung, dass durch prophylaktische Cortisongaben Verwachsungen im Bereich des Peritoneums, des Pericards und der Pleura zu verhüten sind.

Nach einer traumatischen Irritation ohne Kontinuitätsdurchtrennung wurden täglich 10 mg Cortison parenteral gegeben. Es zeigte sich bereits makroskopisch, dass trotz der traumatischen Schädigung stärkere Verwachsungen im Bereich der Sehnenschädigungsstelle nicht aufgetreten waren. Die makroskopische Beobachtung fand ihre mikroskopische Bestätigung, doch ist diese Therapie stark begrenzt. Cortison, sowie ACTH verhindern das Auswachsen von Fibroblasten und beugen somit wohl Verwachsungen vor, andererseits sind Fibroblasten für die Heilung von genähten Sehnen notwendig, so dass ein Zusammenwachsen der Sehnenenden durch diese Hormongaben verhindert wird. Jeams glaubt, mittels folgender Therapie einen Ausweg gefunden zu haben. Er belässt die Naht 4 Wochen. In den ersten zwei Wochen gibt er 25 mg ACTH pro Tag; in dieser Zeit wird das Aussprossen von Fibroblasten vermieden, in den weiteren zwei Wochen kann die Sehnenvereinigung erfolgen.

Nachteilig ist auch, dass nach Cortisongaben die Infektionsgefahr erhöht ist.

J. BÖHLER verwendet an seiner Klinik Hydrocortison-Acetat. Er berichtet: "Nach Sehnenplastiken spritzen wir nach der Hautnaht $1/2 - 1$ ccm, das sind 12 - 25 mg Hydrocortisonacetat in das Operationsgebiet. Experimentelle Untersuchungen an Hunden haben zwar gezeigt, dass ein wesentlicher Unterschied in der Gleitfähigkeit der Sehne mit oder ohne Hydrocortisonacetat

nicht besteht, wir haben aber immer gesehen, dass nach der lokalen Anwendung von Hydrocortisonacetat im Operationsgebiet postoperativ keine oder fast keine Schmerzen und keine Schwellung auftreten. Besonders eindrucksvoll ist dies bei Arthrodesen des Handgelenkes, die sonst erfahrungsgemäss postoperativ immer stark anschwellen, so dass der Verband oft mehrmals hintereinander gespalten und aufgebogen werden muss. Schon diese Aussicht rechtfertigt unserer Ansicht nach die lokale Anwendung von Hydrocortison; ferner haben wir auch den Eindruck, dass die Funktion im Operationsgebiet rascher und sicherer wiederkehrt."

8.) TENOLYSIS

Ist es trotz aller Vorsicht zu ausgedehnten, die Funktion störenden Verwachsungen gekommen, so kann die Nahtstelle durch eine Zweitoperation mobilisiert werden. Da manchmal nach einigen Monaten noch eine Gleitfähigkeit eintritt, soll die Tenolyse nicht sofort erfolgen. Das narbige Gewebe wird von der alten Narbe aus exzidiert und die Sehne mit Fett, Paratenon oder einem alloplastischen Material unterfüttert. Nach dem Eingriff wird sofort mit Bewegungsübungen begonnen, da die Sehne selbst ja fest ist.

KRÖMER hat erst kürzlich wieder die Einscheidung mit Faszie bei der Tenolyse empfohlen. Er glaubt, weil die Faszie von aussen ernährt wird, dass im Innern wenig Verwachsungstendenzen bestehen. Er berichtet über gute Erfolge.

Nach experimentellen Voruntersuchungen an Kaninchen erzielt CARSTAM mit folgender Methode gute Ergebnisse: Nach der üblichen Tenolyse wird der Finger für 48 Stunden ruhiggestellt, zeigen sich dann keinerlei Entzündungserscheinungen, so wird nach der Entfernung des Verbandes mit aktiven Bewegungsübungen begonnen und 2 Wochen lang werden tgl. 25 mg ACTH gegeben.

Neuere experimentelle Arbeiten weisen darauf hin, dass noch bessere Ergebnisse zu erreichen sind, wenn ACTH schon einige Tage vor der Operation gegeben wird.

9.) NACHBEHANDLUNG

a) Ruhigstellung

Ausserordentlich wichtig für den Erfolg einer Sehnennaht ist die postoperative Ruhigstellung durch einen Schienen- oder noch besser durch einen Gipsverband. Zur Entspannung der Sehnennaht wird das Handgelenk und der verletzte Finger in leichter Beugestellung mit einer dorsalen Gipsschiene fixiert. Da die Beugesehnen der dreigliedrigen Finger aus einem gemeinsamen Muskel entspringen, können die verletzten Beugesehnen durch passive Steckung der übrigen Langfinger entspannt werden; jedoch soll von Extremstellungen, die auf die Dauer schmerzhaft sind, abgesehen werden. FLÜCKINGER fixiert zusätzlich das Ellbogengelenk während der ersten 14 Tage, um die Finger-muskulatur durch die Rotationsbewegungen des Unterarms nicht zu beunruhigen.

In den ersten Tagen ist die Durchblutung sorgfältig zu überwachen und durch Hochlagerung der Hand das Auftreten von Schwellungen zu vermeiden. Günstig ist Bettruhe für 2 Tage.

b) Mobilisation

Nach MASON und ALLEN nimmt der Dehnungswiderstand und die Festigkeit einer genähten Sehne in den ersten 5 Tagen nach der Naht rasch ab, um dann langsam anzusteigen. Etwa am 16. - 17. Tag hat die Nahtstelle eine hinreichende Festigkeit, um sie belasten zu können. Bei früherer Beanspruchung droht die Gefahr des Ausreissens der Stümpfe und die Entstehung reaktiver Verwachsungen. NICOLAES hat in eine Tierversuchs-Serie eine genähte Sehne in Gips ruhiggestellt, bei einer anderen den betreffenden Muskel elektrisch gereizt. Die Ergebnisse waren in der ersten Serie weitaus günstiger. BUNNELL, MASON und ALLEN empfehlen eine 3 - 4wöchige Ruhigstellung im Gipsverband, dagegen sehen LANGE, WITT, PULVERTAFT, ISELIN in der langen Ruhigstellung der verletzten Sehne eine Begünstigung für Verwachsungen und lassen schon einige Tage nach dem Eingriff ganz vorsichtige aktive Bewegungen durchführen. In den ersten 14 Tagen wird auch während der Übungen die dorsale Schiene belassen, um unerwünschte Gegenbewegungen und damit eine Lockerung der Naht sicher zu verhindern.

Es erscheint zuerst paradox, dass sowohl die Anhänger einer 3-wöchigen Ruhigstellung, als auch die Verfechter einer baldigen Bewegungsübung über gute Ergebnisse berichten. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass auch ein

Gipsverband kleine Bewegungen in den Fingergelenken zulässt. Die meisten Patienten sind gar nicht in der Lage, die Muskel so zu entspannen, dass nicht ein Teil aktiver Fingerübungen zustandekommen würde. Chirurgen, die aktive Bewegungsübungen bewusst von den ersten Tagen an durchführen lassen, wissen sehr wohl, dass gewisse Patienten zurückgehalten werden müssen, damit die Übungen nicht übertrieben werden. Es scheint fast angemessen, die Behandlung je nach Temperament und Charakter zu individualisieren. Die Ängstlichen und Vorsichtigen müssen schon früh zu kleinen Bewegungsversuchen angeregt, Aktive und Jüngere dagegen oft durch einen Gipsverband für drei Wochen gebremst werden. Die Nachbehandlung muss mit grösster Sorgfalt durchgeführt werden, sie darf auf keinen Fall einer Hilfsperson überlassen werden. Nahtinsuffizienzen nach Aufnahme von Bewegungsübungen beruhen in den meisten Fällen nicht auf zu früher, sondern auf fehlerhafter Mobilisierung. Falsch ist die fremdtätige Anspannung der genähten Sehne auch noch in der 3. und 4. Woche; passive Bewegungen dürfen nur mit den unverletzten Fingern durchgeführt werden. Nach 4 Wochen können kräftige aktive Übungen durchgeführt werden, deren Intensität sich langsam steigert, und zwar muss jedes periphere Gelenk einzeln geübt und dabei das proximale Gelenk festgehalten werden. Hierzu leistet das Übungsbrett nach BUNNELL gute Dienste. Dieses etwa 6 x 8 x 1 cm grosse Brett mit abgerundeten Kanten kann vom Patienten stets bei sich getragen werden und erlaubt die Übung einzelner Gelenke und dabei Fixierung der zentralen Fingergelenke. Nach 6 Wochen können Übungen in voller Kraft betrieben werden; Schwerarbeiter können nach 8 - 10 Wochen die Arbeit wieder aufnehmen.

Treten Schmerzen oder Schwellungen während der Übungen auf, so müssen diese eingeschränkt werden. Massage ist in der Nachbehandlung nach Sehnennähten meist schädlich. Nicht zulängdauernde, warme Handbäder, z.B. mit Kaliumpermanganatzusatz vor den Übungen, erleichtern oft die Bewegungen.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND BEURTEILUNG

Waren ursprünglich die Vorschläge für die Behandlung der Beugesehenverletzungen noch recht verschieden, so hat sich nun durch die in den letzten Jahrzehnten gewonnenen Erfahrungen doch eine ziemlich einheitliche Behandlungsmethode durchgesetzt. Wenn naturgemäss in der Operationstechnik auch noch kleinere Abweichungen bestehen, so werden doch von allen Chirurgen,

die sich mit der Sehnenchirurgie beschäftigen, für die Behandlung der Beugesehnenverletzungen folgende Punkte als besonders wichtig hervorgehoben:

1.) Operationen an den Beugesehnen sind technisch schwierige Operationen und sollen nur von hierfür besonders geschulten Leuten durchgeführt werden, keinesfalls darf eine Beugesehnenverletzung von einem praktischen Arzt im ambulanten Sprechstundenbetrieb versorgt werden; hier fehlt meist neben der nötigen Erfahrung auch das erforderliche Spezialinstrumentarium und die Aseptik. Wie wichtig die Versorgung der Beugesehnenverletzungen von geschulten Chirurgen ist, geht aus den Statistiken hervor. Wenn sich auch die einzelnen Statistiken schlecht miteinander vergleichen lassen, weil die Beurteilung des funktionellen Ergebnisses nicht nach genau den gleichen Maßstäben erfolgt, so ist doch auffallend, dass die Zusammenstellung der Unfallversicherungsgesellschaften durchwegs weitaus schlechtere Resultate aufweisen als die Statistiken von einzelnen Chirurgen oder Kliniken. Diese scheinbare Diskrepanz erklärt sich jedoch zwanglos, wenn man bedenkt, dass die Statistiken der grossen Versicherungsgesellschaften auch die von praktischen Ärzten versorgten Beugesehnenverletzungen miterfasst.

2.) Ist am dreigliedrigen Finger nur die Profundussehne allein durchtrennt, dann ist der funktionelle Ausfall meistens so gering, dass er vernachlässigt werden kann. Das Endgelenk des Fingers kann nicht mehr gebeugt werden und die grobe Kraft des Fingers ist herabgesetzt. Man wird deshalb eine Sehnennaht bei einer Durchtrennung der Profundussehne im allgemeinen unterlassen; bestehen Beschwerden, so kann nach der Wundheilung eine Tenodese des Endgliedes in 30° Beugung durchgeführt werden. Man erreicht hiemit einen vollständigen Flexionsgriff bei nur geringem Streckdefekt. Bei manchen Berufen, z. B. bei Melkern oder Musikern stört die fehlende Bewegung des Endgelenkes sehr, es muss dann operativ vorgegangen werden. Bei offener Durchtrennung in der Hohlhand kann es zu Verwachsungen des zentralen Sehnenstumpfes an die Mittelhandknochen kommen, dann besteht ein stärkerer Funktionsausfall, da durch die innige Verbindung der Profundussehnen die anderen 4 Finger in Mitleidenschaft gezogen und deren Endgelenke auch nicht mehr voll eingeschlagen werden können. Beim Versuch des Faustschlusses kommt es zu krampfartigen Schmerzen im Bereich der Beugemuskulatur am Vorderarm. Häufig sieht man dieses Zustandsbild auch bei Amputationen im Bereich der Mittelhandknochen, wenn die Profundussehnen nicht genügend gekürzt werden.

Ist die Sehne an ihrem Ansatz oder knapp proximal davon durchtrennt, so

kann eine Reinsertion nach Bunnell erfolgen; dabei soll das distale Ende der Sehnenscheide mit Ausnahme des Lig. annulare exzidiert werden. Die Ausschlagsmöglichkeit der einzelnen Profundussehnen ist verschieden und nimmt vom Zeigefinger bis zum kleinen Finger ab, deshalb kann die Sehne am Zeigefinger 14 - 16 mm, am kleinen Finger aber nur 6 - 8 mm vorgezogen werden. Wegen der bestehenden innigen Verbindung der vier Profundussehnen ist auch durch eine gleichzeitige Verlängerung am Vorderarm kein Ausgleich zu schaffen.

Liegt die Durchtrennung der Beugesehnen mehr als 16, bzw. 8 mm proximal der Ansatzstelle, so ist eine Reinsertion nicht mehr durchführbar. Meist wird hier eine End- zu Endnaht gemacht. Die Ergebnisse sind meist zufriedenstellend; auch wenn es zu Verwachsungen der Nahtstelle kommt, entspricht der Erfolg noch einer Tenodese. Moberg ist gegen die direkte Naht in diesem Bereich.

Durchtrennungen der Profundussehne zentral des Ansatzes der Sublimissehne sollen in keinem Fall direkt genäht werden, da es zu Verklebung mit der Sublimissehne kommt. Hier im sogenannten Niemandsland, wo die Sehnenscheide der Sehne eng anliegt, kommt zur Wiederherstellung der Sehnenfunktion nur eine freie Sehnentransplantation in Frage. Hierfür ist grosse Übung notwendig, da auf keinen Fall die unverletzte Sublimissehne geopfert oder in ihrer Funktion gestört werden darf.

3.) Die offene Durchtrennung der Sublimissehne allein ist relativ häufig, der dabei entstehende Funktionsausfall sehr gering. Die Kraft des Fingers ist herabgesetzt und der Bewegungsablauf der Beugung erfolgt so, dass nicht mehr das Mittelgelenk und Endgelenk gleichzeitig gebeugt werden können, sondern es wird meist das Endgelenk und dann das Mittelgelenk gebeugt. Derselbe Beugungsablauf besteht auch bei der Beugesehnenplastik der Profundussehne nach Durchtrennung beider Beugesehnen. Wegen des geringen Ausfalles soll daher bei isolierter Durchtrennung der Sublimissehne diese nicht genäht werden. Eine Ausnahme ist am Unterarm wegen der günstigen Heilungstendenz gestattet. Bei Durchtrennung der Sehne in der Hohlhand oder am Finger werden die Sehnenstümpfe vorgezogen und gekürzt. Der zentrale Stumpf wird nur dann aufgesucht, wenn angenommen werden muss, dass er stark verschmutzt ist. Der distale Stumpf soll 8 - 10 mm lang sein, er verwächst mit der Sehnenscheide. Ein zu langer Stumpf führt zu Verwachsungen mit dem Grundglied und damit zur Beugekontraktur des Mittelgelenkes; ist der Stumpf sehr kurz und in der Höhe des Mittelgelenkes durchtrennt, so gerät das Mittelgelenk in

Überstreckstellung. Zur Kürzung der Sublimisstümpfe wird von einem seitlichen Schnitt aus am Fingergrundglied und am Mittelglied der Sehnenscheidenkanal eröffnet, die beiden distalen Schenkeln der oberflächlichen Sehne knapp proximal des Mittelgelenkes abgetrennt und dann der Stumpf der oberflächlichen Sehne von der Hohlhand aus entfernt. Um die Kraft der Fingerbeugung zu verstärken, können bei günstigen Wundverhältnissen die proximalen Stümpfe der oberflächlichen Sehne oberhalb des Handgelenkes auf die Profundussehne verpflanzt werden.

4.) Bei offener Durchtrennung beider Beugesehen ist die Lokalisation der Durchtrennung von grosser Wichtigkeit. Im distalen Unterarm dritt bedürfen die Sehnenverletzungen keiner besonderen handchirurgischen Empfehlungen, bei korrektem operativem Vorgehen sind die funktionellen Ergebnisse gewöhnlich gut. Die Durchtrennung einer einzelnen Sehne ist hier selten und nur bei Stichverletzungen zu beobachten. Handelt es sich um die Durchtrennung mehrerer Sehnen, dann muss über die Zusammengehörigkeit Klarheit geschaffen werden. Die Sehnen der tiefen Beuger erkennt man meist daran, dass ihre Muskelbäuche weiter nach distal reichen. Sind Unterarmnerven mit durchtrennt, so ist ihre primäre Versorgung von besonderer Wichtigkeit. Auch bei Sehnenverletzungen oberhalb des Handgelenkes wird die primäre Nahtversorgung der verletzten Gebilde angestrebt, weil sich die Sehnenstümpfe meist weit zurückziehen und die Muskeln nach kurzer Zeit schon so weit geschrumpft sind, dass eine direkte Naht schwierig, oft sogar unmöglich werden kann. Die primäre Sehnennaht gibt hier meist bessere Resultate, als die sekundäre. Sind die Wundverhältnisse ungünstig, so wird auch hier nur die Profundussehne genäht. Die peripheren Stümpfe der oberflächlichen Sehne werden hervorgezogen und gekürzt, der proximale Stumpf kann auf die Profundussehne verpflanzt werden. Eine besondere Nahtmethode ist hier nicht anzuwenden, bei geringer Spannung genügt auch eine Doppelrechtwinkelnah.

Wesentlich ungünstiger sind die Verletzungen der Beugesehen im Karpalkanal. Hier liegen Nerven und Sehnen auf engstem Raum zusammen. Bei einer umfangreichen Sehnenverletzung ist es angezeigt, das Lig. carpi transversum zu spalten, um mehr Platz zu gewinnen; es wird nicht wieder genäht. Meist pflegen die Nervenverletzungen im Vordergrund zu stehen. Man vernäht je nach Befund den N. medianus, den N. ulnaris und die tiefen Beugesehen, nicht die oberflächlichen Flexoren und keinesfalls die unwichtige Sehne des M. palmaris longus. Allerdings empfiehlt es sich zuweilen, statt der Profundussehne die Sublimissehne eines Fingers zu rekonstruieren und

zwar dann, wenn dadurch die Lokalisation der Sehnennähte benachbarter Sehnen auf verschiedene Höhe zu bringen ist, dadurch wird die Gefahr der Verwachsung untereinander vermindert. Den Beugeverlust im distalen Fingergelenk kann man in solchen Fällen sofort mit der Tenodese ausgleichen.

Bei Verletzung der Sehnen in der Hohlhand wird im allgemeinen nur eine Sehne, und zwar die tiefe Beugesehne genäht. In seltenen Fällen, wo die oberflächliche und tiefe Sehne in ungleicher Höhe durchtrennt sind, können beide Sehnen genäht werden. Dabei soll die Nahtstelle der tiefen Sehne mit den Mm. lumbricales gedeckt werden, um ein Verwachsen mit der oberflächlichen Sehne zu vermeiden. Wird die Sublimissehne nicht genäht, so wird ihr distaler Stumpf gekürzt. Das Aufsuchen der proximalen Stümpfe gelingt manchmal nicht mehr von der Hohlhand aus, so dass ein Querschnitt proximal vom Handgelenk notwendig wird. Die Prognose der Sehnennaht in der Hohlhand ist bei fachgemäßem Vorgehen günstig.

Bei Durchtrennung beider Beugesehnen in der Sehnenscheide am Finger führt die primäre wie die sekundäre Naht nur bei wenigen Ausnahmen zu einer funktionstüchtigen Sehne. Bei Anwendung der Sehnennaht auf Distanz nach Bunnell sind die Ergebnisse etwas besser, aber noch lange nicht befriedigend, jedoch hat Böhler bei Verwendung der Entlastungsnahť starke Verwachsungen der Nahtstelle mit der Haut gesehen, er verwendet sie daher nicht mehr. Heute halten Fachchirurgen eine direkte Naht im Sehnenkanal für kontraindiziert, sie führen nach der Wundheilung eine freie Sehnentransplantation durch.

J. Böhler und Flynn haben bei glatten Schnittverletzungen mit einwandfreien Wundverhältnissen in einigen Fällen eine primäre Plastik gleichzeitig mit der ersten Wundversorgung durchgeführt. Die Ergebnisse sind aber nicht besser als bei der sekundären Plastik, während das Risiko wesentlich grösser ist. Dazu kommt noch, dass die primäre Plastik nicht immer von den Erfahrensten und mit der nötigen Muse durchgeführt wird.

5.) Nach Durchtrennung der langen Daumenbeugesehne kann das Endglied aktiv nicht mehr gebeugt werden und gerät meist in Überstreckung. Sie soll wieder hergestellt werden, denn ein nicht beugbares Endglied des Daumens ist nicht nur unbrauchbar, sondern auch äusserst störend. Da sie allein in einer Sehnenscheide verläuft und ihr Bewegungsablauf nicht mit anderen Beugesehnen gekoppelt ist, ist die Prognose ihrer Naht auch günstig.

Bei Durchtrennungen im Bereich des Daumengrundgliedes, also in der kriti-

schen Zone, kann die Sehne an ihrem Übergang in den Muskel zentral des Handgelenkes schräg oder Z-förmig verlängert werden; dadurch ist es möglich, nach Resektion des distalen Stumpfes die Sehnennaht zum Ansatz der Beugesehne hin zu verlagern; die Gefahr der Verwachsung ist sehr gering. Die Naht kann primär durchgeführt werden. Bei starker Zerstörung der Weichteile oder bei starker Narbenbildung soll auch später keine Sehnennaht gemacht werden, sondern eine freie Sehmentransplantation, die beim Daumen vom Endglied bis zentral des Handgelenkes reichen soll. Bei günstigen Wundverhältnissen kann auch die direkte Naht innerhalb der Sehnenscheide Erfolg bringen, da die Daumenbeugesehne allein in einer Scheide verläuft; doch ist bei der Wiederherstellung der Daumenbeugesehne die z-förmige Verlängerung ungefährlicher.

Auch bei einer Durchtrennung der Daumensehne im Karpalkanal kann oberhalb des Handgelenks eine Verlängerung der Sehne vorgenommen werden, so dass die Nahtstelle in die Hohlhand verlegt wird.

6.) Die Entscheidung, ob eine Beugesehnenverletzung primär oder sekundär genäht werden soll, hängt neben der Lokalisation auch besonders von den Wundverhältnissen ab. Bei Gefahr einer Infektion soll keinesfalls auch bei sonst günstigen Bedingungen, eine sofortige Naht durchgeführt werden. Sehnenverletzungen sind gegenüber Infektionen sehr anfällig und eine eingetretene Infektion macht jede Hoffnung auf ein funktionell befriedigendes Ergebnis zunichte.

7.) Im sogenannten Niemandsland der Hand, dem die sehnenscheidenführenden Beugesehnenanteile im Hohlhand-Fingerbereich zugerechnet werden, erbringt weder die Primär- noch die Sekundärnaht befriedigende Ergebnisse, diese sind nur durch eine Sehnenplastik zu erreichen. Die Sehnenplastik soll sekundär durchgeführt werden, weil die Primärplastik kein besseres funktionelles Ergebnis erbringt, jedoch eine erhöhte Infektionsgefahr in sich birgt.

Werden die oben erwähnten Punkte vor der Versorgung einer Beugesehnenverletzung sorgfältig erwogen, so ist zu hoffen, dass ein grosser Teil der Personen mit Beugesehnenverletzungen wieder arbeitsfähig werden kann.

LITERATURVERZEICHNIS

- ALLEN H.S.: Flexor tendon grafting to the hand.
Arch. surg. Vol. 63, S. 362 (1951)
- ARDAO H.A.: Die plast. Wiederherstellung der Hansehnen in der
Chirurgie. Cir. y. Cirujanos 23, 10-42 (1945)
Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 139, S. 389.
- ASTUNI Ant.: Sulla tecnica della tenorrafia con sutura metallica
estraibile. Minerva chir. (Tor.) 4, S. 288, 1950.
- BARDLAY St.: Some aspects of the surgical treatment of open hand
injuries. Austral. a New Zealand J. Surg. 23, S. 131,
(1953). Ref. Zentralorg. f. ges. Chirurgie, Bd. 137
(1955) S. 80.
- BAXTER H.: Johnson C., Mader V., Schiller C.: Cortison as adjunct
in treatment of postoperative stiffness of the hand.
Canad. Med. Assoc. J. 64, S. 540 (1950).
Ref. Zentralorg. für ges. Chir. Bd. 125, S. 145.
- BÖHLER L.: Technik der Knochenbruchbehandlung.
Wien: Maudrich, 1954.
- BÖHLER J.: Primäre und sekundäre Plastik bei Beugesehnen durchtren-
nungen der Finger. Chir. 23, S. 567, 1952.
- Neuere Gesichtspunkte bei der Versorgung von Handver-
letzungen. Die Medizinische (Welt) Jg. 1955, H. 50,
S. 1731.
- Die Versorgung frischer Handverletzungen mit besonderer
Berücksichtigung der Sehnenverletzungen. Bruns' Beitr.
klin. Chir. Bd. 192, S. 257, 1956.
- BOGDANOV R.F.: Repair of injuries to the tendons of the hand. Brit. Med.
J. 4925, S. 1315, 1955. Ref. Chirurg. 27, S. 382.
- BOYES, J. H.: Flexor tendon Grafts in the fingers and thumb.
Evaluation of End Results. J. Bone Surg. 32/A, 489, 1950.
- Evaluation of results of digital flexor tendon Grafts.
Amer. J. Surg. 89, S. 1116, 1955.

- BROCKIS J.G.: The blood supply of the flexor and extensor tendons of the fingers in man. J. Bone Surg. 35/B, S. 131, 1953. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 136, S. 321.
- BRUCK: Zur freien Sehnentransplantation. Wiener Klin. Wschr. 1953, S. 551.
- Zum Problem der primären Naht durchtrennter Beuge-sehnen. Chirurg 25, S. 457, 1954.
- BRÜCKNER: Beitrag zur Sehnensekundärnaht. Mschr. f. Unfallheil-kunde Jg. 55, S. 112, 1952.
- BRUNER J.M.: Incision for plastic and reconstructiv (nonseptic) surgery of the hand. Brit. J. Plast. Surg. 4, S. 48, 1951. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 124, S. 286.
- Safety factors in the use of the pneumatic tourniquet for hemostasis in surgery of the hand. J. Bone Surg. 33/A, S. 221, 1951. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 121, S. 142.
- BRUNELLI: Tecnica di St. Bunnell modificata nelle tenoraffie. Arch. Putti 2, S. 301, 1952. Ref. Zentralblatt für ges. Chir. 78, S. 1166.
- BSTEH: Sehnentransfixation (Sehnendurchspiessung), eine Operationsmethode bei Sehnendurchtrennungen. Chirurg 26, S. 460, 1955.
- BÜRKLE de la CAMP-P. Rostock: Handbuch der gesamten Unfallheilk. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart Bd. III, S. 131, 1956.
- BUNNELL St.: Surgery of the hand. Philadelphia-London, Lippincott Co. 1948.
- The early treatment of the hand injuries. J. Bone Surg. 33/A, S. 609 u. S. 807, 1951.
- Gig-Pull-out Suture for tendons. J. Bone. Surg. 36/A, S. 850, 1954.
- BYRNE: Hand Surgery: Am. J. Surg. Bd. 88, S. 431, 1954.
- CARSTAM N.: Prevention of experimental tendon adhesion by Cortison. A preliminary report. Acta orthop. scand. (Kobenhaven) 22, S. 15, 1952. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 128, S. 280.

- DICK W.: Die traumatischen Läsionen der Sehnen. Med. Klinik 1952, H. 49, S. 1619.
- Fingersehnennähte. Deutsche Med. Wschr. 81, Nr. 13, S. 431, 1956.
- Die Behandlung von Sehnenverletzungen. 34. Bayr. Chir. Kongress in München 1957.
- DOROBA M.: The use of hydrocortison in orthopaedics and traumatology. Chir. Narz. Ruchu 20, S. 313 mit englischer Zusammenfassung 1955 (Polnisch). Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. 141, S. 210.
- DÜBEN W.: Zur Erstversorgung der verletzten Hand. Mschr. Unfallhk. 56, S. 289, 1953.
- Zur Chirurgie der Hand. Chirurg 24, S. 61, 1953.
- EHALT W.: Die Sehnennäht. Wien. Klin. Wschr. 1955, S. 161.
- Sehnenverletzungen. Aus dem Handbuch der ges. Unfallheilkunde Bd. I, S. 280, 1955.
- ENDER J.: Über Sehnennähte. Wien. med. Wschr. 52, S. 808.
- Die Chirurgie der Handverletzungen. Wien, Springer Verlag 1956.
- FAUBEL W.: Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Sehnen-Muskeltransplantationen. Dtsch. Med. J. Bd. 7, S. 56, 1956.
- FISCHER J.-WASELS: Orthopädische Erfahrungen in den U.S.A. Archiv f. Orth. und Unfallchir. Bd. 47, S. 510, 1955.
- FLATT A.: Minor hand injuries. J. Bone Surg. 37/B, S. 117, 1955. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. 139, S. 388.
- FLÜCKINGER P.: Fixation und Mobilisation bei Sehnenverletzungen. Praxis, Schweizerische Rundschau für Med. 40, S. 838, 1951.
- Beitrag zur Technik der Sehnennäht. Helv. chir. acta Ser. B. 19, S. 170, 1952.
- FLYNN J.E.: Compound wounds of the hand. Ann. Surg. 135, S. 500, 1952. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 126, S. 390.
- Problems with trauma to the hand. J. Bone Surg. 35/A, S. 132; S. 171, S. 251 u. S. 991; 1953. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 131, S. 321.

- FOSS HAUGE M.: Offene Sehnenläsionen an den Händen und ihre Behandlung. Tidsskr. Norsk. Laegefor. 74, S. 123, 1954, (Norweg). Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 135, S. 279.
- GEORG: 2000 Hand- und Fingererletzungen, Behandlung und Ergebnisse. Tagung der Mittelrheinischen Chirurgenvereinigung am 7. und 8. Oktober 1955 in Mainz.
- GONZALES R.: Experimental Tendon-Repair within the Flexor Tunnels. J. Bone Surg. 35/A, S. 991, 1953.
- GRAHAM V.C.: Delayed tendon repairs. Amer. J. Surg. 80, S. 776, 1950. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 123, S. 400.
- GROH H.: Über die Behandlung der Sehnenverletzungen der Hand. Zeitschr. f. Orth. und ihre Grenzgebiete Bd. 88, H. 1, S. 121, 1956.
- HARRIS U. jr. and RIODON D.C.: Intrinsinc contracture in the hand and its surgical treatment. J. Bone Surg. 36/A, S. 10, 1954.
- HARRISON St.H.: Crush injury of the hand treated by cortison. Brit. J. Plast. Surg. 5, S. 181, 1952. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 129, S. 283.
- HEGEMANN G. und LEUTSCHAFT R.: Röntgenspektographische Untersuchungen über Kollagenstrukturen bei der Wundheilung. Klin. Wschr. Jg. 29, Hft. 39/40, S. 665.
- HILL J. E.: Reconstructive surgery of the hand. Plast. Reconstr. Surg. 11, S. 354, 1953. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 133, S. 399.
- HOHMANN G.: Hand und Arm, Ihre Erkrankungen und deren Behandlung. München, J.F. Bergmann Verlag 1949.
- ISELIN M. und LAFAURY G.: Dégénérescence et réparation des tendons fléchisseurs sectionnés chez l'homme. Jb. d. Wiederherstellungschir. und Traumatologie, Vol. II, Basel-New York: Karger 1954.
- JAMES J.I.P.: Flexor tendon injuries of the wrist and hand. Jb. der Wiederherstellungschir. und Traumatologie Vol. II, Basel-New York: Karger 1954.

- JENNINGS E.R. et al.: A new technique in primary tendon repair. Surg. Gynecology and Obstetrics. Vol. 95, S. 597, 1952.
- KOMARËVA A.G.: Heilgymnastik bei Behandlung von Sehnenverletzungen an Hand und Fingern. Sovet. Med. 16, H. 7, S. 19, 1952, (Russ.) Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 129, S. 159.
- KRÖMER K.: Die sekundäre Einscheidung bei schwierigen Sehnennähten. Zbl. f. Orthopädie Bd. 80, S. 408, 1951.
- KYLE J.B. and A.L. EYRE BROOK: The surgical treatment of flexor tendon injuries in the hand. Results obtained in a consecutiv of 57 cases. Brit. J. Surg. 41, S. 502, 1954.
- LANGE M.: Unfallorthopädie. Stuttgart: Enke 1949. Orthopädisch chirurgische Operationslehre, München J.F. Bergmann 1951.
- Die verletzte Hand. Therapiewoche 5, S. 259, 1951.
- Kritische Stellungnahme zur Behandlung der Beugesehnenverletzungen der Finger. Jb. d. Wiederherstellungschir. und Traumatologie Vol. II, Basel-New York: Karger, 1954.
- LENGEMANN F.: Eine neue Drahtnaht für Sehnen. Zentralblatt für Chirurgie H. 14, S. 964, 1951.
- LORENZ A.: Sehnenverpflanzung oder operative Gelenkversteifung Wiener klin. Wschr. 63, S. 341, 1951.
- MAES: De l'utilisation du nylon pour la réparation des tendons. Lille chir. (fr.) Bd. 10, H. 4, S. 195, 1955.
- Ref. Zschr. f. Orth. u. ihre Grenzgebiete, Bd. 88, S. 138.
- MAY H.: Chirurgie der offenen Sehnen und Nervendurchtrennungen der Hand, einschliesslich der Anwendung der freien Sehnen transplantation. Langenbecks Archiv f. klin. Chirurgie Bd. 277, S. 599, 1954.
- Freie Sehnenverpflanzung bei Verletzung der Fingersehnen 71. Dtsch. Chirurtagung in München 1954. Ref. Langenbecksarchiv. f. kl. Chir. Bd. 279, S. 236.
- MILTON T.E. jr.: Immediate Reconstruction of injured Hand. Surg. 36, S. 329, 1954.

- MOBERG E.: Behandlung frischer und veralteter Beugesehnenverletzungen in der Hand. Jb. d. Wiederherstellungschir. u. Traumatologie Vol. II, Basel-New York: Karger, 1954.
- MOBERG E. und A. NISSEN-LIE: Chirurgie der Hand. 25. Tagung der nord. Chirurgenvereinigung. Ref. Zentralblatt f. Chir. Bd. 78, H. 6, S. 246, 1953.
- MUIR J.F.K. and LATHAN: Observations on the use of posture to diminish bleeding during operations on the Hand. Brit. J. Plast. Surg. 7, S. 323, 1955. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 139, S. 127.
- NICHOLS H.M., W.L. LEHMANN u. E.C. MEEK: Alteration of Blood Supply of Flexor Tendons Following Injury. Am. J. Surg. 87, S. 379, 1954.
- POSCH J.L.: Secondary tenorrhaphies and tendon grafts injuries to the hand. Amer. J. Surg. 85, S. 306, 1953.
- PULVERTAFT G.: Repair of tendon injuries in the hand. Rev. brasil. cir. 26, S. 295, 1953.
- RANK B.K. and A.R. WAKEFIELD: The repair of flexor tendons in the hand. Brit. J. Plast. Surg. 4, S. 244, 1952. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 125, S. 310.
- Tendon repair in the hand. A supplementary paper. Austral a New York, Zealand J. Surg. 21, S. 135, 1951. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 124, S. 286.
- RIESS J.: Primäre Drahtnaht der Beugesehnen an Hand und Finger nach St. Bunnell. Mschr. f. Unfallheilkunde 54, S. 65, 1951.
- Secundäre Naht und Transplantation von Beugesehnen der Hand unter Berücksichtigung der Drahtnaht nach St. Bunnell. Archiv für orthopädische und Unfallchirurgie Bd. 45, S. 212, 1952.
- Erfahrungen mit der Beugesehnen Drahtnaht nach Bunnell. Chirurg 23, S. 234, 1952.

- ROBINS H.C.R.: The primary reconstruction of the injured hand. Ann. Roy. Coll. Surg. 14, S. 355, 1954. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 137, S. 413.
- ROZOV V.I.: Erfahrungen mit der Beugesehnenplastik an Hand und Fingern. Vestn. Chir. 70, H. 1, S. 38, 1950 (Russ.). Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 118, S. 119.
- SCHINK W.: Die Versorgung der verletzten Handsehnen. Chirurg 27, S. 469, 1956.
- SCHMIED A.M.: Über Hand- und Fingerverletzungen. Unfall und Versicherungsmedizin. Mü. med. Wschr. 1955, S. 120.
- SILER V.E.: Primary tenorrhaphy of flexor tendons in the hand. J. Bone Surg. 32/A, S. 218, 1950.
- Primary tenorrhaphy and neurorrhaphy of the hand and forearm. Amer. J. Surg. 80, S. 772, 1950. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 123, S. 399.
- SPIEGEL H.: Spontanruptur der Beugesehnen bei alter perilunärer Dorsalluxation der Hand. Mschr. f. Unfallhk. 52, S. 314, 1949.
- STEVENSON Th.W.: Acidable malfunction of the injured hand. Surg. Chir. N. Amer. 1951, Ref. Zentralorg. für ges. Chir. Bd. 126, S. 294.
- STRINGA G.: Risse der tiefen Fingerbeugesehnen. Archiv f. Orthop. und Unfallchir. Bd. 46, S. 527, 1954.
- STUKE K.: Sehnenrupturen als Unfallfolgen und ihre Behandlung. Hefte Unfallhk. H. 48, S. 213, 1955.
- SWYNGHEDAUF M.P., M. RIBERT et P. MEIGNE: Rupture traumatique souscutane des tendons flechisseurs des doigts. Lille. Chirurgical Bd. 11, S. 191, 1956. Ref. f. Orthopädie u. ihre Grenzgebiete. Bd. 88, S. 432.
- TEMPEST M.N.: The emergency treatment of digital injuries. Brit. J. plast. Surg. 6, S. 153, 1954. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 137, S. 358.
- TENEFF S. und G. FONDA: Regeneration der Blutgefäße bei Sehnentransplantationen. Archiv f. orth. und Unfallchir. Bd. 7, S. 449, 1955.

- TRISKA M.: Die primäre Sehnennaht. Wien. med. Wschr. 1949, S. 484.
- UPCHURCH S.E. and Fr. A. The management of common injuries of the hand. Ann. Surg. 139, S. 650, 1954. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd. 140, S. 85.
- MARZONI: ---
- VERDAN Cl.: A propos de la réparation des tendons fléchisseur dans le coulisses ostéofibreuses des doigts. Z. Unfallmed. u. Berufshk. 44, S. 32, 1951. Ref. Zentralorg. f. ges. Chir. Bd 121, S. 290.
- Chirurgie réparatrice et funktionelle des tendons de la main. Expansion Scientifique Francaise. Rev. de Chir. orth. 39, S. 158, 1953.
- VOHNOUT C., O. STAFINIAK u. E. FILIP: Das Problem der Sehnennaht. Chirurg 26, S. 225, 1955.
- WACHSMUTH W.: Die Operationen an der oberen Extremität. Aus: Allgemeine und spezielle chir. Operationslehre von M. Kirschner; 2. Auflage, Bd. 10, I. Teil; Berlin - Göttingen - Heidelberg: Springer 1956.
- WATSON A.B.: Some remarks on the repair of flexor tendons in the hand, with particular reference to the technique of free grafting. Brit. J. Surg. 43, S. 35, 1955. Ref. International Abstracts of Surgery vol. 102, S. 497.
- WHITE W.L.: Secondary Restoration of Finger Flexion by Digital tendon Grafts. Am. J. of Surg. 91, S. 662, 1956.
- WITT A.N.: Entwicklung der Sehnenoperation. Med. Mschr. H. 12, S. 813, 1951.
- Sehnenverletzungen und Sehnen- Muskeltransplantationen. München: G. F. Bergmann, 1953.
- Die Behandlung veralteter Handverletzungen. Mschr. Unfallhk. 54, S. 297, 1951.
- Die Verletzungen der Hand und ihre Entzündungen. Dtsch. med. J. 1955, S. 561.
- Traumatische Schäden des Bewegungsapparates: Muskel und Sehnen. Aus allg. Orthopädie, Bd. I, Stuttgart: Georg Thieme, 1957.

WRENN R.N., Experimental Study of Effect of Cortison on Healing
J.C. GOLDNER Process and Tensile Strength of tendons.
u. J.C. MARKEE: J. Bone Surg. 36/A, S. 588, 1954.

ZACHARIAE L. Hydrocortison as Adjunct in treatment of Post - Traumatic
and F. ZACHARIAE: Stiffness of the hand. Acta orth. scand. 24, S. 50,
1954.

LEBENS LAUF

Am 3. Juli 1935 wurde ich, Ulli Covi in Meran geboren. Mein Vater, Dr. August Covi, ebenfalls in Meran geboren, ist dort Rechtsanwalt, meine Mutter Adele Covi, geb. Riedel, stammt aus dem Sudetenland.

Nach Besuch der vier Klassen Volksschule in Meran, bestand ich die Aufnahmeprüfung für das deutsche Gymnasium-Lyzeum ebenfalls in Meran und legte dort im Jahre 1953 die Reifeprüfung ab. Im Herbst dieses Jahres immatrikulierte ich mich an der medizinischen Fakultät der Universität Innsbruck und bestand im 5. Semester das erste Rigorosum (Physikum). Das 7. und 8. Semester hörte ich an der medizinischen Fakultät der Universität München, das 9. und 10. Semester belegte ich wieder in Innsbruck und dort legte ich im Winter 1958/59 mein Staatsexamen ab. Im Sommersemester 1959 belegte ich nochmals an der Universität München ein elftes Semester für die Gleichstellung des österreichischen Staatsexamens, ebenfalls legte ich hier eine Ergänzungsprüfung in Gerichtsmedizin ab.

